

Capteurs autour des ondes de Love

Jean-Michel Friedt ¹, Lamia El Fissi ¹,
Laurent Robert ², Gilles Martin ², William Daniau ², Sylvain
Ballandras ²

¹ *SENSeOR, Sophia Antipolis, email : jmfriedt@lpmo.edu*

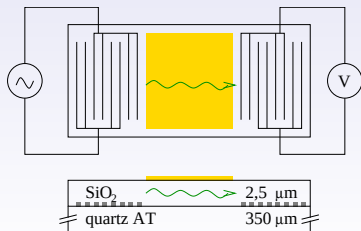
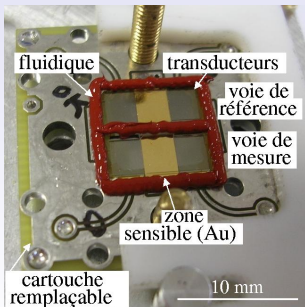
² *FEMTO-ST/LPMO, Besançon*

transparents disponibles à <http://jmfriedt.free.fr>

26 avril 2006

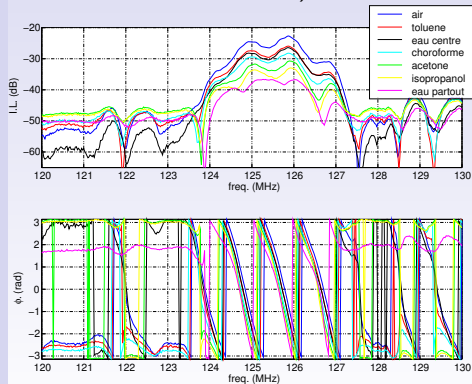
Généralités sur les ondes de Love

- Génération de l'onde acoustique par structures interdigitées sur substrat piézoélectrique.
- Onde acoustique de surface guidée dont la célérité dépend de l'adsorption d'espèces (bio)chimiques sur la couche guidante.
- Onde transverse compatible avec l'utilisation en milieu liquide.
- Cavité sensible entre les structures interdigitées vierge de toute électrode.

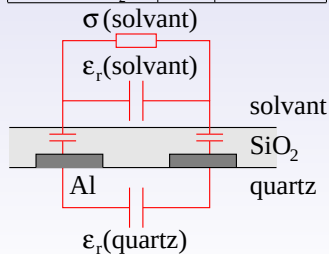


Influence de la constante diélectrique du liquide sur l'efficacité de l'onde acoustique

Nécessité de protéger les peignes du liquide (constante diélectrique élevée, conductivité élevée)



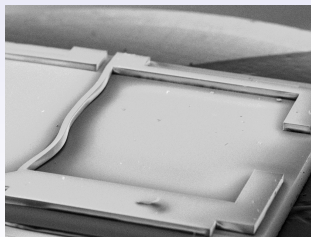
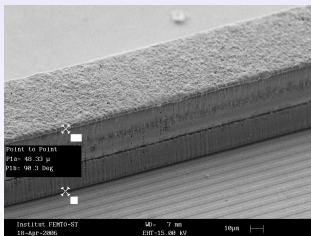
Solvant	ϵ_r	viscosité (cP)
air	1	0.02
toluène C_7H_8	2.4	0.59
chloroforme $CHCl_3$	4.8	0.58
isopropanol C_3H_8O	18.3	2.26
acétone C_3H_6O	20.7	0.32
eau déionisée H_2O	79	1



Microfluidique & solutions technologiques

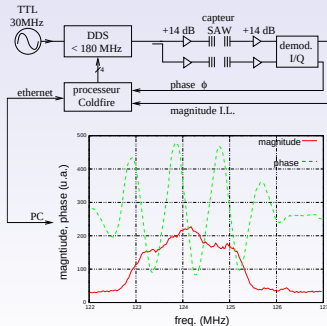
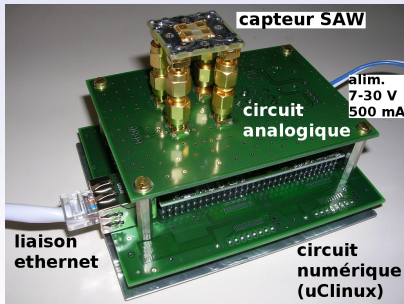
- Ainsi, l'efficacité de la génération de l'onde acoustique dépend du confinement du champ électrique dans le substrat piézo
⇒ nécessité de limiter la diffusion des lignes de champ dans le milieu environnant
- Murs isolant les structures interdigitées du fluide : étanche + faibles pertes acoustiques, reproductibles et si possible produits en masse (wafer scale)

Solutions : résine photosensible épaisse ou nickel électroformé.



Électronique autonome d'interrogation

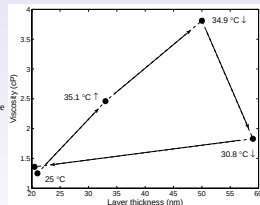
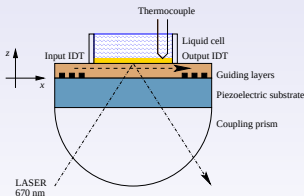
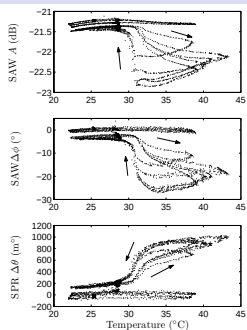
- Interrogation en boucle ouverte des lignes à retard : mesure de la phase et de la magnitude entre une ligne de référence et la ligne de mesure.
- Dispositif portable et autonome, plus stable qu'un analyseur de réseau (mais plus spécifique).



Combinaisons avec l'optique

- Le capteur à onde de Love remplace un échantillon passif en verre.
- Application aux films de protéines et de polymères (ici pNIPAAm).

Objectif : lever l'incertitude sur les paramètres physiques couplés de la couche adsorbée (masse = $\rho \times h$, viscosité).



L.A. Francis, J.-M. Friedt, C. Zhou, P. Bertrand., *In Situ Evaluation of Density, Viscosity and Thickness of Adsorbed Soft Layers by Combined Surface Acoustic Wave and Surface Plasmon Resonance*, accepté pour publication Anal. Chem. (2006)

Des lignes à retard aux résonateurs

Les ondes de
Love

Influence de
 ε_r (solvant)

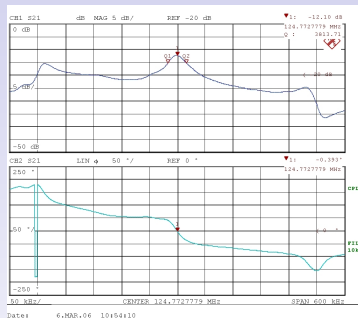
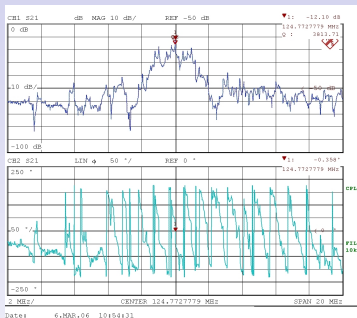
Microfluidique

Électronique
d'interrogation

Combinaisons
avec l'optique

Ligne à retard →
résonateur

Conclusions et
perspectives



Mesure en boucle fermée (oscillateur), avec éventuellement AGC pour mesurer les pertes.

Questions :

- la sensibilité gravimétrique sera-t-elle la même que pour une ligne à retard ?
- la précision de la mesure (fréquence) sera-t-elle meilleure ?

Conclusion

- Développement de capteurs acoustiques sensibles compatibles avec le travail en milieu liquide ...
- ... pour l'identification des propriétés physiques des films minces (5-500 nm).
- Combinaison avec d'autres méthodes possible et souhaitable (optique, microscopies à sonde locale).
- Application à plusieurs domaines (biochimie, polymères, électrochimie).
- Commercialisation du capteur pour palier aux difficultés de fabrication en laboratoire (salle blanche, technologies spécifiques d'encapsulation).

Perspectives :

- Développement et validation du code de modélisation de la réponse acoustique incluant tous les effets présentés ici
- Fiabiliser la fluidique pour répondre aux demandes des biochimistes (aujourd'hui : cuvette ouverte, liquide statique).
- Déterminer les limites de détection en fonction des systèmes étudiés (ADN, gaz ?).