

# Etude de la viscosité et/ou changement de phase (solide – liquide – gel) à partir de la réverbération des ondes acoustiques

L'évaluation non destructive est actuellement une thématique de recherche active, aussi bien dans le milieu industriel que médical. De nombreuses techniques permettent actuellement l'évaluation de l'intégrité d'un matériau ou d'une pièce, notamment les ondes ultrasonores ou électromagnétiques par exemple. Chaque méthode présentent des avantages (précision spatiale, simplicité, paramètres mesurables, etc...) et des inconvénients (nocivités, atténuation, etc...). Au sein du pôle A&P du laboratoire GREMAN, la caractérisation non destructive (CND) des matériaux complexes est basée sur l'étude des ondes ultrasonores ayant interagies avec le milieu évalué. Cette méthode est totalement non invasive. Le sujet du stage proposé ici porte sur l'étude du changement de phase et/ou viscosité d'un milieu à partir de la propagation des ondes acoustiques.

## Poste et missions

La propagation des ondes acoustiques dans un milieu fini avec une faible atténuation donne lieu à des signaux de longue durée (réverbération). Ces signaux complexes contiennent des informations quantitatives et qualitatives sur les propriétés globales et locales du milieu [1], [2]. Par conséquent, des techniques d'extraction de données appropriées peuvent être avantageusement exploitées pour la caractérisation structurale. Un exemple bien connu dans l'acoustique des salles (formule de Sabine) est le fait que le temps de réverbération (TR) est directement lié à l'absorption des parois. Toutefois, cette méthode n'a pas été couramment utilisée dans le CND des milieux solides.

Le suivi de l'état d'un matériau au cours de sa transformation (changement de phase) est un enjeu important pour les entreprises, surtout dans les domaines de l'agroalimentaire (fermentation du des produits laitiers par exemple) et les fabrications industrielles (changement des propriétés mécaniques des polymères ou de texture des crèmes en cosmétique). Actuellement, il existe des méthodes acoustiques classiques basées sur l'étude de la vitesse de propagation des ondes et leurs atténuations pour étudier les changements de phase et/ou la viscosité des produits en cours de fabrication. Cependant ces méthodes ne permettent une étude que sur le chemin de propagation, et reste donc *locale* [3].

Dans ce contexte, ce stage propose une méthode éventuellement complémentaire basée sur l'étude du temps de réverbération des moyennes des signaux réverbérés afin de déterminer le temps de changement de phase du *milieu global* étudié. Pour valider la méthode, des essais ont été effectués sur le salol (transitions solide-liquide et liquide-solide) et l'agar-agar (gélifiant : liquide-gel). Les résultats préliminaires, qui permettent de voir une transition de phase, sont encourageants.

L'objectif de ce stage est de valider la méthode développée à partir d'une campagne de mesures sur des solutions de viscosités différentes. Une première étape consistera à l'étude bibliographique sur la réverbération (acoustique des salles). La deuxième étape portera sur

l'adaptation de la formule de Sabine afin d'établir une relation entre le TR, la variation de phase et la viscosité. Ensuite, les mesures expérimentales seront exploitées pour déterminer d'une part le changement de phase en fonction du temps (et/ou de la température) et d'autre part un abaque en fonction de la viscosité.

Ce sujet s'adresse à un(e) candidat(e) de profil Ecole d'ingénieurs et/ou Master recherche motivé(e) par l'interface entre recherche/développement et industrie compétences en traitement du signal, physique des ondes et programmation. Le stage se déroulera au GREMAN (UMR CNRS 7347) sur le pôle Acoustique et Piézoélectricité de Blois à l'INSA Centre Val de Loire.

**Candidature :** envoyer par mail un dossier constitué d'un CV détaillé, d'une lettre de motivation, des notes de licence/master et de courriers de recommandation et/ou contacts.

Contacts : <http://greman.univ-tours.fr/>  
Hossep Achdjian [hossep.achdjian@insa-cvl.fr](mailto:hossep.achdjian@insa-cvl.fr)  
Julien Bustillo [julien.bustillo@insa-cvl.fr](mailto:julien.bustillo@insa-cvl.fr)  
Laurianne Blanc [laurianne.blanc@univ-tours.fr](mailto:laurianne.blanc@univ-tours.fr)

Durée du stage : 6 mois  
Rémunération par mois : 550 euros

Références :

- [1] Hossep Achdjian, Andrés Arciniegas, Julien Bustillo, François Vander Meulen, Laurent Delnaud, Stéphane Villalonga, Fabien Nony, Jérôme Fortineau. Type IV composite pressure vessel characterization by measurement of acoustic reverberation. *International Congress on Acoustics, ICA2016, Buenos Aires, Argentina, on September 5-9, 2016.*
- [2] Hossep Achdjian, Emmanuel Moulin, Farouk Benmeddour, Jamal Assaad, Lynda Chehami. Source Localisation in a Reverberant Plate Using Average Coda Properties and Early Signal Strength. *Acta Acust. United Acust.*, 100, 5 (2014) 834-841 (published september 2014).
- [3] Julien Bustillo, Hossep Achdjian, Andrés Arciniegas, & Laurianne Blanc. (2017). Simultaneous determination of wave velocity and thickness on overlapped signals using Forward Backward algorithm. *NDT & E International*, 86, 100-105.