

D'un point de vue technique, le laboratoire IEMN dispose de moyens techniques considérables : 1) accès à la salle blanche de (IEMN-LCI, Lille) pour la fabrication des IDTs et des échantillons. 2) L'IEMN-DOAE (Valenciennes) est équipé d'une plateforme de caractérisation par vibrométrie laser Doppler (WaveSurf) dont les gammes de fréquences peuvent aller du DC à 1.2 GHz. La plateforme WaveSurf, en particulier, permet différents types de caractérisations : (i) dispositifs acoustiques tels que les filtres SAW (à ondes acoustiques de surface), cristaux phononiques ou transducteurs ultrasonores; (ii) les MEMS (récupérateurs d'énergie vibratoire, PMUT, CMUT) ; (iii) caractérisations dimensionnelles et mécaniques des micro-structures LOS telles que les couches minces et les revêtements (mesure de l'épaisseur, des constantes élastiques et de la contrainte résiduelle). Les installations de balayage mécanique permettent de caractériser des échantillons de tailles allant de quelques micromètres à plusieurs centimètres. Bien entendu, nous nous appuyerons sur cette plateforme pour les expérimentations. Néanmoins, l'imagerie ultrasonore basée sur la corrélation de champs acoustique à haute fréquence que nous proposons dans cette thèse sera particulièrement difficile et des problèmes spécifiques devront être pris en compte.

L'idée générale de cette thèse, en plus de l'aspect expérimental, est de mettre en œuvre des algorithmes de détection et d'imagerie de défauts à haute fréquences. Comme cela est connu dans les techniques de tomographie classiques, une importante densité de capteurs/imageurs est nécessaire. Dans cette thèse, en combinant la détection optique à l'approche de corrélation d'ondes de surfaces sur des signaux recueillis à partir d'une grille de points pourrait permettre de lever cette contrainte. En effet, l'utilisation d'un vibromètre laser pour la détection d'ondes diffuses permet d'obtenir une forte densité d'informations. Ainsi, plusieurs outils de traitement de signal basés sur des algorithmes à formalisme matriciel peuvent être appliqués en permettant par conséquent récupérer des informations importantes sur l'état de santé des échantillons.

En particulier, nous proposons d'aborder les problématiques suivantes :

- 1) D'un point de vue instrumentation, une configuration LDV standard est suffisante, mais une partie émission IDT doit être intégrée et le contact acoustique doit être maîtrisé pour la transmission de l'énergie acoustique dans l'échantillon.
- 2) D'un point de vue traitement de signal : dans un premier temps, un travail doit être effectué en amont sur la détermination des propriétés réverbérantes de la structure pour en déduire le nombre d'IDTs nécessaire pour générer un champ diffus suffisant pour la détection.
- 3) Validation: les tests seront à effectuer sur des échantillons LOS existant au laboratoire, il sera aussi demandé au candidat de réaliser de nouveaux échantillons à la salle blanche.
- 4) Tests sur échantillons industriels : Il est prévu dans le projet que la société STMicroelectronics nous fournira des échantillons, pour la validation finale.

Ces travaux s'appuieront pour une large part sur des développements expérimentaux réalisés au laboratoire (plateforme WaveSurf) ainsi que sur des algorithmes d'imagerie (tel que le beamforming) reposant sur des concepts de la physique des ondes. Enfin, les aspects théoriques seront naturellement essentiels.

Le but de ces recherches est à terme le développement d'une technique 2D tomographique passive à haute fréquence dont l'objectif est de réaliser un « proof-of-concept » d'un système de contrôle non-destructif des échantillons à petite échelle de la génie microélectronique.

Profil du candidat :

Le candidat devra posséder de bonnes compétences théoriques sur la physique des ondes acoustiques (ultrasonores) dans les solides. Il devra maîtriser des outils de traitement de signal. De très bonnes capacités d'expérimentateur seront également indispensables (salle blanche, en particulier).

Date de démarrage du projet : Mars 2022

Date de début de thèse : 1^{er} septembre 2022