

## Ecole doctorale régionale Sciences Pour l'Ingénieur Lille Nord-de-France - 072



**Titre : Etude de l'adhérence des interfaces par conjugaison d'ondes acoustiques basse et haute fréquences**

**Financement prévu : Co-financement Bourse Eiffel ou Bourse CSC China Scholarship**

**Directeur de thèse : Mohamed OURAK**

**E-mail : mohamed.ourak@univ-valenciennes.fr**

**Co-directeur de thèse : Wen Xiang HU**

**Co-encadrant : Wei Jiang XU**

**E-mail : wei-jiang.xu@univ-valenciennes.fr**

**Laboratoire : IEMN-DOAE – UMR 8520, Université de Valenciennes**

**Equipe : Groupe TPIA**

### **Descriptif :**

En science des matériaux, la problématique de l'adhérence des interfaces se pose dans les assemblages des matériaux comme par exemple les joints collés, les revêtements et les matériaux composites. Ces types d'assemblage sont de plus en plus utilisés dans les industries compte tenu de leurs nombreuses performances. Leur espérance de vie en service dépend le plus souvent de leur adhérence et en particulier de la force de liaison aux frontières des matières collés. De nombreuses recherches ont eu pour objectif de prédire cette force de manière quantitativement et non invasive. Toutefois, cet objectif reste à leur actuel un verrou scientifique qui reste à lever car la qualité d'adhérence est aujourd'hui un enjeu particulièrement important dans les industries de l'aéronautique et l'aérospatiale pour assurer la sécurité des véhicules volants.

Parmi les différents techniques (les ultrasons, les rayons X, l'infrarouge, les ondes électromagnétiques, l'émission de positons, etc..), les méthodes ultrasonores semblent être les seules approches possibles pour l'inspection de l'adhérence, car du point de vue physique, l'adhérence est un comportement mécanique des interfaces et seule interaction avec une onde mécanique semble pouvoir apporter des informations relatives à la qualité d'une interface. Une mauvaise adhérence peut être causée essentiellement par deux types de défauts : le défaut de cohésion et/ou le défaut d'adhésion. Le premier est plutôt un défaut volumique de la couche d'adhésif elle-même dans le cas d'un joint collé, et peut être évalué par le "Fokker Bond Tester" basé sur le principe de la résonance ultrasonore. Le second défaut correspond à une faible liaison interfaciale qui a lieu dans une couche extrêmement fine entre les deux matériaux mise en contact ou entre le matériau ou l'adhésif. Bien que dans le cas extrême de la mauvaise adhésion, un décollement complet (ou délaminage dans le cas d'une structure stratifiée) peut être détecté facilement par une réflexion totale de l'onde incidente, dans le cas générale, dans le cadre d'une mauvaise adhésion, il reste un contact mécanique entre deux solides mais sans avoir une force de liaison suffisante et celle-ci reste est très difficile à évaluer. Le développement d'une technique efficace pour la



Université Lille Nord de France  
Pôle de Recherche  
et d'Enseignement Supérieur

détection de la mauvaise adhérence a commencé depuis le lancement du programme Apollo dans les années 60 du siècle dernier aux USA, et malgré des énormes efforts, ce problème reste un sujet de recherche pour les scientifiques et les ingénieurs dans le monde. Aujourd'hui, le développement des avions civils impose de développer des solutions pour le contrôle des structures collées sont devenues indispensables.

Dans ce projet, l'idée originale pour quantifier la qualité d'adhérence consiste à exploiter la théorie de l'acoustoélasticité au niveau de l'interface. En effet, la structure sera excitée par une onde focalisée basse fréquence ce qui permettra d'appliquer une charge de contrainte dynamique dans cette zone de la structure. La focalisation de l'onde BF permettra de localiser une vibration maximale sur l'interface. L'énergie d'excitation pourra être contrôlée par la durée de l'onde acoustique incidente afin de s'assurer que le contrôle soit parfaitement non destructif. Par la suite, une onde haute fréquence sera utilisée pour mesurer la réflectivité ultrasonore à l'interface à partir de laquelle la relation contrainte-déplacement pourra être déduite. Cette raideur sera d'autant plus sensible à l'état ou la qualité d'interface (donc l'adhésion) lorsque l'interface sera soumise à une contrainte importante.