



<b>Titre Thèse</b>	Contrôle-santé passif de structures basé sur l'interaction des non-linéarités acoustiques de contact avec le bruit vibratoire ambiant.	
<b>(Co)-Directeur</b>	Emmanuel Moulin	E-mail : <a href="mailto:emmanuel.moulin@univ-valenciennes.fr">emmanuel.moulin@univ-valenciennes.fr</a>
<b>(Co)-Directeur</b>		E-mail :
<b>Laboratoire</b>	IEMN	Web :
<b>Equipe</b>	Groupes TPIA et AIMAN	Web :
	Contrat Doctoral Etablissement	Lille 1 <input type="checkbox"/> UVHC <input type="checkbox"/> ECL <input type="checkbox"/> ISEN <input type="checkbox"/>
<b>Financement prévu</b>	Président-Région <input type="checkbox"/>	Région – Autre <input type="checkbox"/> Préciser :
<b>Acquis</b> <input checked="" type="checkbox"/>	Président- Autre <input type="checkbox"/> Préciser	DGA – Autre <input type="checkbox"/> Préciser
	Contrat de recherche <input checked="" type="checkbox"/> Type ANR PRC	Autre <input type="checkbox"/>

## Résumé du sujet :

### Contexte :

La thèse proposée est financée par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) dans le cadre du projet de recherche collaboratif (PRC) PANSCAN (Passive Ambient Noise-based Structural monitoring through exploitation of Contact Acoustic Nonlinearity), porté par un consortium de trois laboratoires UMR CNRS : l'IEMN (Valenciennes et Lille), l'Institut Langevin (Paris) et le LaMCoS (Lyon) et fortement soutenu par AIRBUS qui est directement associé aux discussions sur le projet.

Ce projet concerne l'étude d'une méthode innovante pour la détection et l'imagerie d'endommagements sur des structures et assemblages mécaniques. Le principe général de cette méthode est de remplacer les sources ultrasonores contrôlées utilisées classiquement dans les techniques de type échographiques par les sources de bruits ambiants. Dans le cadre de la thèse, nous chercherons à tirer partie des phénomènes de non-linéarités acoustiques de contact au sein des endommagements, afin de développer des méthodes passives de suivi de structures robustes vis à vis des conditions environnementales (variations de températures, vieillissement, etc.).

Les avantages attendus d'une telle technique passive sont : faible consommation d'énergie (pas d'émission ultrasonore), déploiement et installation facilités, limitation de l'électronique embarquée (circuits de réception uniquement, et non émission-réception). De cette façon, le développement d'un réseau de capteurs sans fil et autonome pour la détection et l'imagerie d'endommagements s'avère être un défi réaliste.

Une des principales applications envisagées est le contrôle-santé intégré des structures qui, de par leurs conditions d'usages, sont le siège de bruits acoustiques présents naturellement. Un exemple notoire est celui des structures aéronautiques en cours de vol, où les interactions aéro-acoustiques et les vibrations constituent des sources de bruit ambiant. Dans ce contexte, les principes développés permettraient d'envisager la mise en œuvre d'un système embarqué de surveillance temps réel de l'état des structures, facile à intégrer dans un aéronef (faible encombrement, câblage et consommation limités, ... ), d'où l'intérêt d'AIRBUS pour ces travaux.

### Description du travail :

Une zone structurelle endommagée soumise à des chargements mécaniques statiques ou basse-fréquences manifeste en général un comportement non-linéaire susceptible de produire deux types d'effets : (1) émission acoustique et génération d'harmoniques par contact solide-solide ; (2) effets "pompe-sonde" modulant les ondes ultrasonores incidentes sur l'endommagement.

L'objectif du travail de thèse est de développer des méthodes permettant à terme d'exploiter ces deux effets en utilisant comme basses fréquences les vibrations générées naturellement en usage normal. Le traitement des ondes ultrasonores produites ou modulées par les non-linéarités de contact sous chargement basse fréquence doit permettre une détection robuste et si possible la localisation et caractérisation d'endommagements structurels critiques, à partir de leur interrogation sous différents états de chargement.

Les aspects expérimentaux seront essentiels dans ce travail : mise en place et utilisation d'un banc vibratoire et ultrasonore, validation des principes proposés sur des cas d'études simplifiés, puis plus réalistes. Mais l'interprétation physique des phénomènes observés et la bonne compréhension de l'influence des différents paramètres seront bien entendu déterminantes. Le travail théorique à réaliser sera donc tout aussi fondamental afin de mettre en œuvre des procédures de traitement de signal permettant une détection passive efficace basée sur ces effets non-linéaires.

Enfin, dans l'idéal, les travaux menés devraient permettre une relative discrimination des types et mécanismes d'endommagements par une meilleure compréhension des phénomènes d'interaction non-linéaires et des



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

signatures acoustiques associées. La modélisation jusqu'à une échelle microscopique de ces phénomènes non-linéaire pourra également constituer une part importante dans ce travail.

### **Cadre de travail et modalités pratiques :**

Cette thèse sera réalisée au laboratoire IEMN (Institut d'Électronique, de Microélectronique et Nanotechnologie), UMR 8520. Le doctorant sera inscrit à l'université de Valenciennes, mais sera amené à travailler sur les deux sites de l'IEMN (Valenciennes et Lille). Le calendrier de ces séjours alternés sera relativement flexible et sera décidé en accord avec lui.

Le démarrage de la thèse est prévu à l'automne 2018, pour une durée de 36 mois.

Le salaire net prévu est d'environ 1600 euros.

### **Profil du candidat :**

Le candidat devra posséder de bonnes compétences théoriques sur la physique des ondes acoustiques (ultrasonores) linéaires et non-linéaires dans les solides. Il devra si possible maîtriser des outils de modélisation numérique (éléments finis, différences finies) et avoir de bonnes bases de traitement de signal. De bonnes capacités d'expérimentateur seront également indispensables.

### **Contacts :**

Emmanuel Moulin, IEMN, Valenciennes  
[emmanuel.moulin@univ-valenciennes.fr](mailto:emmanuel.moulin@univ-valenciennes.fr)  
03 27 51 13 11

Farouk Benmeddour, IEMN, Valenciennes  
[farouk.benmeddour@univ-valenciennes.fr](mailto:farouk.benmeddour@univ-valenciennes.fr)  
03 27 51 13 67

Vladislav Aleshin, IEMN, Villeneuve d'Ascq  
[vladislav.aleshin@iemn.univ-lille1.fr](mailto:vladislav.aleshin@iemn.univ-lille1.fr)  
03 20 19 79 49