



Titre Thèse	Contrôle-santé structurel à faible ressources, basé sur des réseaux de capteurs ultrasonores désynchronisés.			
(Co)-Directeur	Emmanuel Moulin	E-mail : emmanuel.moulin@uphf.fr		
(Co)-Directeur	Farouk Benmeddour	E-mail : farouk.benmeddour@uphf.fr		
(Co)-Encadrant	Lynda Chehami	E-mail : lynda.chehami@uphf.fr		
Laboratoire	IEMN Site de Valenciennes	Web :		
Equipe	Groupe TPIA	Web :		
Financement prévu	Contrat Doctoral Etablissement	<input type="checkbox"/> ULille	<input checked="" type="checkbox"/> UPHF	<input type="checkbox"/> Centrale Lille
		<input type="checkbox"/>		Yncrea
	Région – Autre	<input type="checkbox"/>	Contrat de recherche	<input type="checkbox"/> Préciser :
Financement acquis ?	Contrats de Recherche	<input type="checkbox"/>	Autre	<input type="checkbox"/> Préciser

Résumé du sujet :

Le Contrôle Santé Structurel (Structural Health Monitoring ou SHM) suscite un fort intérêt dans la communauté industrielle et fait l'objet de recherches actives au niveau international. La propagation d'ondes ultrasonores guidées dans les structures est dans ce domaine l'une des méthodes les plus prometteuses. Cependant, ces méthodes de SHM ultrasonore nécessitent ordinairement des sources contrôlées et synchronisées avec les récepteurs et n'exploitent en général que les premiers paquets d'onde des signaux enregistrés après propagation dans le milieu. Cela nécessite une électronique complexe et peu économique en énergie, difficilement compatible avec les contraintes du SHM, tout en n'apportant des informations que sur une partie limitée de la structure.

L'idée générale de cette thèse est alors de mettre en œuvre des solutions de traitement collectif des signaux ultrasonores permettant de suivre l'état d'une structure tout en limitant le caractère intrusif des instrumentations associées. En particulier, nous proposons d'aborder les problématiques suivantes :

1. Possibilité d'utiliser un ensemble de capteurs ultrasonores indépendants les uns des autres et à basse consommation
2. Utilisation de sources ultrasonores ambiantes ou déportées, non-synchronisées avec le réseau de récepteurs.
3. Exploitation conjointe des trajets d'ondes guidées directs et des codas ultrasonores, afin d'enrichir l'information extraite.

Il s'agira de répondre à ces contraintes en proposant des solutions réalistes basées sur la physique des ondes. L'exploitation des codas ultrasonores notamment, issues de trajets de propagation multiples et complexes (réflexions, réfractions, diffusions), permet de sonder une structure dans sa globalité et offre un moyen original d'en extraire des propriétés utiles sur son état de santé, à partir d'une faible densité de capteurs. Les codas contiennent en effet des informations globales sur une structure ou un assemblage (propriétés élastiques, épaisseurs, conditions d'assemblage, conditions aux limites). Mais elles permettent également la détection de changements locaux tels que des endommagements (fissures, corrosion, ...). En outre, la possibilité d'utiliser des sources acoustiques naturelles (on parle également de sources « ambiantes », ou encore « sources d'opportunité ») en lieu et place de l'émission d'ondes ultrasonores, ouvre la voie vers des réseaux de capteurs ultrasonores passifs (récepteurs uniquement), donc basse consommation et potentiellement autonomes et peu-intrusifs. Un point commun à ces deux classes de techniques est en effet qu'elles ne nécessitent pas de synchronisation entre source(s) et récepteurs. Par ailleurs, des possibilités de resynchronisation en post-traitement des signaux issus des différents capteurs à partir de procédures de corrélation acoustique seront proposées. Ceci réduira alors notablement la complexité du système de réseau de capteurs à implémenter.

Lorsque les conditions d'application sont telles que la condition de présence d'un champ ultrasonore diffus n'est pas réalisée, l'utilisation de sondes ultrasonores couplées à la structure par contact hertzien pourra permettre d'injecter le bruit ultrasonore nécessaire de façon peu contraignante en pratique. Dans ce dernier cas, la

possibilité de communiquer des informations de synchronisation (du type horodatage ou autre) dans le signal ultrasonore lui-même sera envisagée.

Nous entendons ainsi mettre au point une méthode de caractérisation de structures très polyvalente, à large spectre applicatif et reposant sur des besoins matériels très réduits (en termes de consommation, encombrement et complexité électronique).

Ces travaux s'appuieront pour une large part sur des développements expérimentaux réalisés au laboratoire ainsi que des simulations numériques permettant de tester les solutions proposées dans des situations bien calibrées. Enfin, les solutions étudiées reposant sur des concepts de physique des ondes et d'acoustique statistique avancés, les aspects théoriques seront naturellement essentiels.

Le but de ces recherches est à terme le développement de démonstrateurs pleinement opérationnels de nœuds de capteurs satisfaisant les contraintes évoquées plus haut. Pour autant, la partie développement ingénierie se situera en aval des travaux théoriques menés dans cette thèse, dont l'objectif est essentiellement de démontrer la faisabilité et servir de base à la conception d'un tel système.

Profil du candidat :

Le candidat devra posséder de bonnes compétences théoriques sur la physique des ondes acoustiques (ultrasonores) 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.