

Titre :

Structure programmable, réseau de transducteurs pilotés par IA

Mots Clefs

Smart structure, réseau de transducteur piézoélectrique, Intelligence Artificielle.

Laboratoire

LaMCoS  
Equipe: Dynamique et Contrôle des Structures  
LTDS  
Equipe : Dysco

Université

INSA Lyon  
Ecolé Centrale  
Ecole doctorale MEGA

Durée

36 mois

Début

Courant 2021

<b>Direction :</b>	
Chesné	Collet
Simon	Manuel
Université: INSA de Lyon	Université: Centrale Lyon
Laboratoire: LaMCoS	Laboratoire: LTDS
e-mail: <a href="mailto:simon.chesne@insa-lyon.fr">simon.chesne@insa-lyon.fr</a>	e-mail: <a href="mailto:manuel.collet@ec-lyon.fr">manuel.collet@ec-lyon.fr</a>

### Contexte général :

Durant la dernière décennie, les smart-structures ou structures adaptatives, ont été l'objet de nombreuses études dans le domaine du contrôle, de la récupération d'énergie et/ou du suivi de comportement. Ces dernières ont montré qu'il était possible de « fonctionnaliser » la matière et les structures. Cependant ces développements restent parfois complexes et présentent des désavantages encore persistants, au premier rang desquels l'analyse des interactions entre la structure primaire et son interface électrique via les réseaux de transducteurs.



Figure 1 : Smart structure à réseau de transducteur a) Spoiler- Smart composite, b) active skin.

Par ailleurs l'évolution rapide des technologies des transducteurs, des dispositifs électroniques et des moyens de calcul en temps réel a entraîné une mutation profonde de la mécanique des structures et des fonctions associées. Malgré cet essor apparent, ou du moins cet engouement de la communauté scientifique, l'intégration de systèmes de contrôle en mécanique des structures notamment pour la résolution de problèmes vibratoires représente encore un défi scientifique important de par ses retombées industrielles, mais surtout par les problèmes

fondamentaux, théoriques et pratiques qu'elle soulève. Associé au développement de l'intelligence artificielle, un seuil déterminant pourrait être franchi dans la maîtrise de ces comportements.

Dans ce contexte multidisciplinaire, le LaMCoS et le LTDS développent un axe fort sur les *smart*-systèmes et les réseaux de transducteurs (cf Fig 1).

### Description du sujet:

Ce projet vise à développer une structure à dynamique vibratoire programmable grâce à un réseau discret de transducteur piézoélectrique. Les verrous théoriques et technologiques pour ce nouveau concept sont évidemment très importants. De récentes avancées menées par les laboratoires partenaires ont montré la pertinence de ce concept sur des systèmes linéaires [1] ou non linéaire [2] afin de générer des fonctionnalités originales (trous noirs acoustiques, lentilles piézoélectrique Fig 2.).

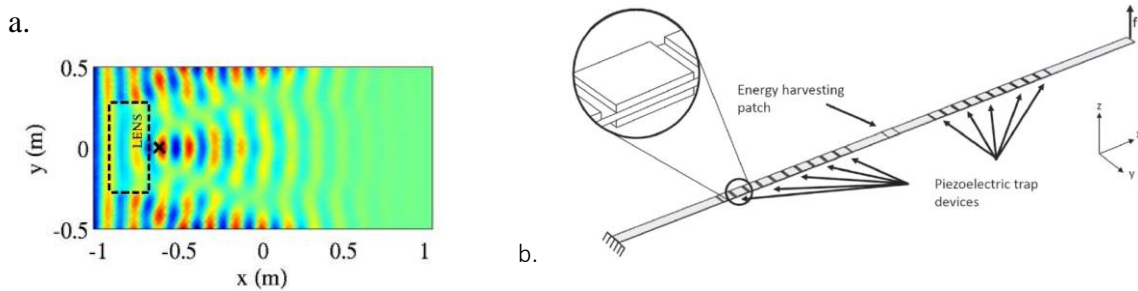


Figure 2 : a. Effet de focalisation d'une lentille piézo électrique[2] b. Trou noir par réseau piège de transducteur[1]

Le projet ici présenté se propose d'associer des réseaux de transducteurs piézoélectriques et l'intelligence artificielle pour programmer et générer des comportements vibroacoustique prédéterminés. On se focalisera dans un premier temps sur la synthèse d'impédance de frontière sur une plaque instrumentée afin piloter la distribution d'énergie vibratoire sur la structure. On cherchera ainsi à générer des zones « calmes » ou à fortes concentration d'énergie quelques soit la perturbation source des vibrations (harmonique et fixe en première approche). Un réseau de transducteurs, *a priori* sur le pourtour de la structure, sera associé à une distribution discrète d'impédances synthétiques. La formulation théorique du problème (problème de condition aux limites) déterminera les classes d'impédances à générer (réactives, dissipatives, etc) ainsi que l'électronique équivalente à synthétiser. Les approches actives, semi-actives ou passives sont envisagés.

Cependant, les précédentes études ont démontré que la discrétisation du réseau rend l'approche théorique difficilement implémentable sans adaptation. Les techniques d'intelligence artificielle et notamment d'apprentissage par réseau de neurone aideront à cette réalisation pratique, trouvant le meilleur compromis entre performance, effet d'aliasing et adaptabilité (perturbation mobile).

[1] F. Maugan, S. Chesné, M. Monteil, M. Collet and K. Yi. Enhancement of energy harvesting using acoustical-black-hole-inspired wave traps *Smart Materials and Structures* 2019, 0075015(11p).

[2] K. Yi, M. Monteil, M. Collet and S. Chesné. Smart metamaterial-based systems for transient elastic wave energy harvesting. *Smart Materials and Structures* 2017, 26 (3), 035040, IOS Press.