FOCUS SUR UN PROJET DE RECHERCHE

Toujours plus vite, toujours plus loin, toujours plus longtemps !

Le projet Smart lifting surfaces du laboratoire de mécanique des structures et des systèmes couplés (LMSSC) porte sur le contrôle statique et vibratoire de surfaces portantes. Concrètement, nos chercheurs travailleront sur les hélices et hydrofoils des bateaux du futur, les pâles et ailes des hélicoptères ou encore les ailerons et carénages des voitures afin qu'ils soient plus résistants et plus performants. Focus sur cet ambitieux projet de l'Institut Carnot Arts.

Les laboratoires de recherche impliquées dans le projet Smart lifting surfaces (Surfaces portantes intelligentes)

Laboratoire de mécanique des structures et des systèmes couplés (LMSSC) à Paris
Institut de recherche de l'École navale (IRENav) à Brest
Laboratoire d'électrotechnique et d'électronique de puissance de Lille (L2EP) à Lille
Laboratoire d'ingénierie des systèmes physiques et numériques (Lispen) à Lille
Laboratoire procédés et ingénierie en mécanique et Matériaux (Pimm) à Paris
UMI Georgia Tech Lorraine (UMI GT) à Metz
Laboratoire d'étude des microstructures et de mécanique des matériaux (LEM3) à Metz
Laboratoire de mécanique des fluides de Lille (LMFL) à Lille

Le projet est porté par Boris Lossouarn, maître de conférences au Cnam et chercheur au Laboratoire de mécanique des structures et des systèmes couplés (LMSSC).

Problématique scientifique



Le projet "Smart lifting surfaces" est consacré au contrôle statique et vibratoire de surfaces portantes sous écoulement fluide. Par "surfaces portantes", on considère des **structures minces de type aubes de turboréacteurs ou de pompes, hélices, pâles d'éoliennes ou d'hydroliennes ou encore hydrofoils**. Sous certains régimes d'écoulement, ces surfaces peuvent être soumises à des phénomènes vibratoires ou de cavitation qui conduisent à une **diminution de la durée de vie par fatigue ou érosion**. D'autre part, vibration et cavitation sont également responsables d'une diminution de performances des profils aérodynamiques ou hydrodynamiques ainsi que d'une diminution de la discrétion acoustique.

Les solutions actuellement proposées se basent souvent sur une modification géométrique d'un profil considéré rigide. Cependant, **certaines modifications vont à l'encontre des performances dynamiques** et ne sont pas toujours robustes vis-à-vis de changements des conditions d'écoulement. Un exemple concret est la découpe en biseau du bord de fuite d'un hydrofoil afin de supprimer le bruit tonal généré à certaines vitesses. Bien que parfois fonctionnelle, cette solution s'avère quelque peu radicale pour une géométrie qui aurait été optimisée avant modification du profil.

Il semble pourtant possible de**ne pas avoir à faire de compromis sur la géométrie** et donc sur les performances en choisissant d'intégrer au sein même du profil des matériaux dits « actifs » capables d'en modifier les propriétés statiques ou dynamiques. Dans ce projet, les matériaux envisagés sont les alliages à mémoire de forme, les matériaux piézoélectriques, ou encore les polymères électroactifs. Cette stratégie n'est pas nouvelle dans le domaine de l'aérodynamique où plusieurs types de "smart wings" ont été proposées. Cependant, **l'application à des phénomènes vibratoires et de cavitation en milieu hydrodynamique semble n'avoir été que très peu abordée**.**Les applications potentielles sont pourtant nombreuses**d'autant plus qu'une compréhension des phénomènes sur hydrofoil devrait permettre une extension des concepts à l'aéroélasticité.

Résultats attendus

L'objectif principal de ce projet est d'aboutir à des **démonstrateurs** mettant en avant l'intérêt des matériaux actifs pour le contrôle de surfaces portantes soumises à des sollicitations vibratoires ou des écoulements cavitants. Deux types de démonstrateurs seront proposés :

Des démonstrateurs dits "**de laboratoire**", qui valident les concepts dans le tunnel hydrodynamique de l'IRENav
Un démonstrateur dit "**industriel**" qui permettra de valider les possibilités d'intégration des solutions au sein d'un système réaliste. Selon les partenaires associés à ce démonstrateur, des structures de type hélice ou hydrofoil pourraient être envisagées.

Les démonstrateurs de laboratoire auront un double objectif :

Permettre de **diffuser les résultats scientifiques**auprès de la communauté académique
Convaincre les partenaires pour la validation des budgets nécessaires en Phase 3 du projet

Le démonstrateur industriel permettra quant à lui de :

Renforcer l'impact du projet dans la communauté scientifique grâce à un exemple majeur de mise en application ainsi que des résultats liés aux problématiques d'intégration sur système réel
Mettre en avant les compétences de plusieurs laboratoires de l'iC ARTS au travers d'un même **système pluridisciplinaire**
Fournir à la communauté industrielle un **exemple d'application** dont les résultats sont transposables à de nombreux systèmes tant dans le naval, les énergies marines, l'aéronautique ou même l'automobile.

Potentiel applicatif



Le projet devrait permettre de fournir des éléments clés afin d'améliorer le comportement des surfaces portantes soumises à des écoulements fluides en matière de comportement vibratoire et de performances. **Dans des secteurs comme le naval, les énergies marines ou les turbomachines ou même l'automobile, les améliorations concernant le rendement, la fiabilité et la discrétion des systèmes constituent des facteurs décisifs.**

Le transfert des résultats du projet vers les acteurs industriels français et notamment vers les PME et ETI innovantes devrait leur permettre de bénéficier d'un **saut technologique**et de d**évelopper des gammes de produits innovants** dans les domaines précités. On peut ainsi penser de manière non exhaustive aux turbines hydroliennes de nouvelles générations, aux foils composites équipant les navires et aux hélices de propulsion notamment. Ceci pourrait constituer une **source de croissance économique et d'emplois de haute technicité** pour le pays dans les années à venir.

Domaines d'application :

Naval : Hydrofoils, Hélices…
Aéronautique : Turbomachines, Pâles d'hélicoptères, Hélices, Ailes…
Automobile : Ailerons, Carénage…
Énergie : Pâles d'éoliennes, d'hydroliennes…

Entreprises cibles :

Grands groupes : Naval Group, Airbus, Safran, Renault Sport, EDF Énergies Nouvelles…
PME et ETI : Eolink, SEAir, France Hélices, VPLP, Corse Composites, RatierFigeac, Daher, Sabella

Phases du projet et calendrier

Ce projet courra sur 4 ans à compter du 1er janvier 2019.



La première phase aura lieu de janvier 2019 à décembre 2019 (1 an). Cette phase exploratoire est initiée par un chercheur en contrat post-doctoral partagé entre l'IRENav et le LMSSC. En mars 2019 ont débuté 5 stages de Master recherche dans les laboratoires suivants : IRENav, L2EP / LISPEN, PIMM, UMI GT et LEM3.

La seconde phase se déroulera de janvier 2020 à décembre 2020 (1 an). Le but sera ici le développement de démonstrateurs de laboratoire (foils en tunnel hydrodynamique) permettant de valider les choix technologiques. Deux chercheurs post-doctoraux seront recrutés pour une durée d'un an au PIMM et à l'UMI GT / LEM3. De plus, deux thèses débuteront en codirections IRENav/LMSSC et L2EP/LISPEN.

La troisième phase du projet aura une durée de deux ans, de janvier 2021 à décembre 2022. Elle aura pour but le développement d'un démonstrateur à l'échelle industrielle. Le travail de recherche académique poursuivi via les deux thèses IRENav/LMSSC et L2EP/LISPEN sera exploité par un ingénieur chargé du développement et de la mise en œuvre du démonstrateur à l'échelle industrielle.

+ Contact : boris.lossouarn@lecnam.net



1 janvier 2019
31 décembre 2022

L'Institut Carnot Arts et l'AAPS

Afin de construire des projets ambitieux et développer des réseaux d'excellence au sein des laboratoires de l'Institut Carnot Arts, l'appel à projets structurants (AAPS) est un appel à manifestation d'intérêt portant sur quatre thématiques retenues à l'issue de l'enquête auprès des directeurs de laboratoires de l'Institut Carnot ARTS :

Durabilité des structures et des matériaux hétérogènes
Conception et développement d'exosquelettes
Systèmes et structures intelligents en interaction avec leur milieu
Co-simulation

+ https://www.instituts-carnot.eu/fr

La laboratoire LMSSC

Le Laboratoire de mécanique des structures et des systèmes couplés (LMSSC) est une unité de recherche du Cnam (EA 3196).
La recherche effectuée au LMSSC est une recherche appliquée et le point clé des travaux qui y sont menés est de pouvoir aboutir à une série de modèles robustes pour la prévision et la réduction des réponses dynamiques de systèmes couplés à l'aide de traitements adaptatifs. Les résultats de ces recherches s'adressent principalement au monde de la recherche académique, aux centres de recherche et aux services R&D des industries de pointe. Ces activités ont également des retombées sur les enseignements réalisés au sein des différents cursus d'ingénieur du Cnam.

+ http://www.lmssc.cnam.fr/fr