

# Vers une caractérisation avancée des sources acoustiques dans un contexte de conception guidée par la perception

Directeur de thèse : Nicolas Totaro

La tendance à la digitalisation des activités des entreprises pousse les ingénieurs à privilégier les prises de décisions sur la base de modélisations numériques et à limiter le nombre de campagnes expérimentales. Les campagnes expérimentales restent nécessaires pour valider les modèles numériques de plus en plus complexes mais doivent permettre de caractériser le système étudié de manière précise pour permettre d'extraire un maximum d'informations pertinentes pour mettre à jour les modèles numériques.

Dans le même temps, le recours de plus en plus systématique à des motorisations électriques (automobile, drones, machines...) va complètement transformer les signatures sonores des systèmes qui nous entourent. En effet, le niveau sonore émis, bien que généralement plus faible qu'avec des motorisations thermiques par exemple, peut être perçu comme plus désagréable, notamment à cause de leur contenu fréquentiel de plus hautes fréquences avec des composantes tonales. Ainsi, les ingénieurs commencent à intégrer, dès les phases de conception, la dimension perceptive des systèmes : on parle de « perception-driven design ». L'idée est d'identifier quelles sont les parties ou pièces d'un système complexe qui sont principalement responsables de la gêne sonore occasionnée.

Pour aborder ces deux problématiques, il est nécessaire de mettre en place une plateforme de caractérisation de sources acoustiques permettant :

- D'obtenir une caractérisation complète de la source acoustique quelle que soit sa géométrie (reconstruction des champs acoustiques à la surface de l'objet) pour permettre l'évaluation des corrélations calculs/essais.
- D'extraire des métriques objectives (puissance rayonnée, coefficient de rayonnement) et perceptives (loudness, sharpness...) du système complet mais aussi de chacun des éléments constituant le système pour permettre une hiérarchisation des contributions.
- De mettre en place une interaction étroite entre logiciel de simulation numérique et planification expérimentale à l'aide d'algorithmes de « matching géométrique ». Le matching géométrique consiste à détecter une CAO dans un nuage de points acquis à l'aide d'une caméra 3D. Cette étape permet d'exprimer les trajectoires des capteurs acoustiques directement dans le référentiel de la CAO ce qui permet la planification des trajectoires directement dans les logiciels de simulation simplifiant ainsi grandement les échanges d'informations.

Dans ce cadre, le Laboratoire Vibrations Acoustique a mené et développé dans le cadre de précédentes thèses, une méthode de reconstruction de champs acoustique basée sur la mesure de pression et/ou vitesses des particules d'air autour de l'objet à caractériser et sur le concept de volume virtuel. Cette méthode a été appliquée avec succès sur des systèmes aussi complexes que des moteurs thermiques permettant une corrélation avec les modèles numériques associés comme présenté en Figure 1.

En parallèle, le Laboratoire Vibrations Acoustique s'est doté d'une plateforme expérimentale robotisée. Le bras robotisé peut être muni soit d'une caméra 3D pour scanner l'objet à caractériser et son environnement et pouvoir faire du matching géométrique tel que présenté à la Figure 2. Le bras peut être également équipé de capteurs ou antenne de capteurs pour réaliser les trajectoires nécessaires pour la prise de mesures du champ rayonné.

L'objectif de cette thèse est d'adapter la méthode de reconstruction de champs aux problématiques moyennes et hautes fréquences des moteurs électriques qui peuvent nécessiter un grand nombre de mesures, d'améliorer encore son applicabilité à des systèmes industriels réels en prenant par exemple en compte des zones non accessibles, incomplètes ou au contraire redondantes et de proposer des approches permettant d'améliorer les prédictions des modèles numériques en identifiant les pièces ou parties du systèmes qui nécessiteraient un recalage, que ce soit d'un point de vue objectif ou perceptif.

Le doctorant ou la doctorante sera amené à mener des campagnes expérimentales à la l'aide de la plateforme robotisée, à mettre en place des modèles numériques de simulation en vibro-acoustique, à développer des méthodes et à réaliser des programmes informatiques en Python et/ou Matlab.

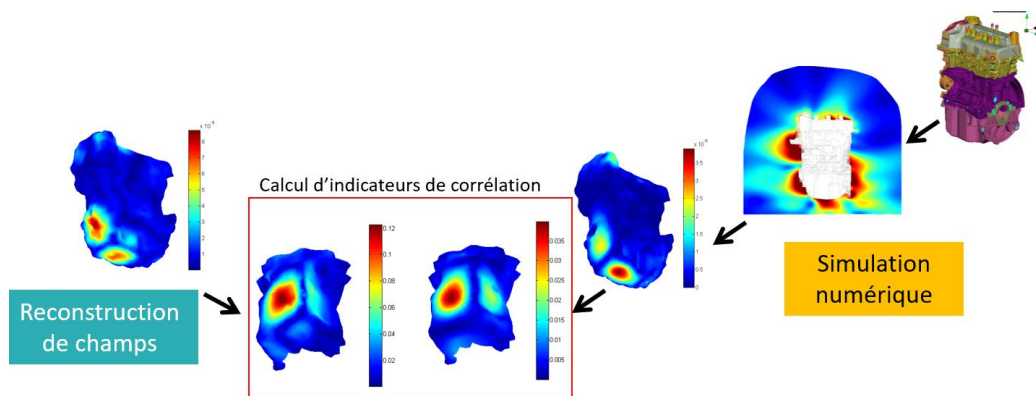


Figure 1 : process de corrélation calculs/essais sur des résultats de reconstruction de champs acoustique à la surface d'un moteur thermique

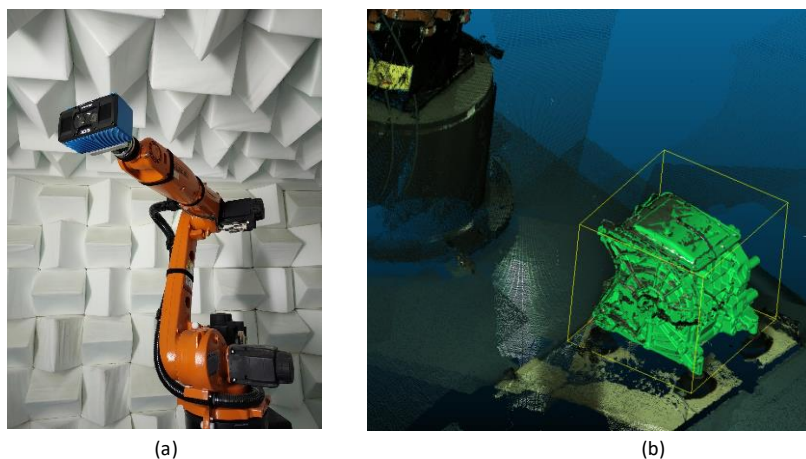


Figure 2 : plateforme robotisée INAUVA3D. (a) Bras robotisé muni d'une caméra 3D ; (b) matching géométrique entre un nuage de points et une CAO