

Diagnostic de machines tournantes dans le domaine des énergies renouvelables par antennerie acoustique

Contexte et objectifs

Les vibrations et le bruit induit par les machines en fonctionnement ont toujours été une source d'information sur leur état de santé. Une oreille humaine entraînée est en effet capable de détecter dans le son généré par une machine un certain nombre de modes de défaillance potentiels. L'utilisation de capteurs vibratoires est largement répandue dans le domaine de la surveillance des machines tournantes, qu'il s'agisse simplement de surveiller le niveau vibratoire ou dans le but d'établir un diagnostic. Les microphones sont beaucoup moins courants dans ce domaine, car généralement beaucoup plus bruités, que se soit par le bruit ambiant ou par la réponse acoustique du local dans lequel se trouve la machine.

La mesure acoustique possède cependant un certain nombre d'atouts qui pourraient justifier son utilisation à la place des vibrations, on peut citer les suivants :

- La mesure acoustique est non intrusive et rapide (pas de contact, pas d'installation)
- La mesure acoustique n'est pas dédiée à un élément particulier à surveiller
- Il existe des techniques pour débruiter les mesures acoustiques
- Il est possible de déployer des antennes de microphones pour aider au diagnostic

L'objectif de cette thèse est d'évaluer le potentiel des approches de diagnostic par antennerie acoustique. Les techniques de traitement de signal permettant de cartographier les indicateurs de diagnostic devront être développées, puis appliquées à des mesures qui pourront être faites sur différentes applications industrielles du secteur des énergies renouvelables (éolien ou et hydro-électrique).

Problématique de recherche

La mise en place d'une solution technologique de diagnostic par antennerie acoustique passe par la construction de solutions à des problématiques plus fondamentales, liées aux hypothèses de travail de la méthode. Il s'agira en particulier d'être robuste dans des environnements acoustiques qui ne respectent pas les conditions idéales de champ libre habituellement supposées en imagerie acoustique, tels que rencontrés lors de prises de mesures dans des milieux confinés ou obstrués par des obstacles. De même, la méthodologie devra pouvoir fonctionner en présence de bruit ambiant et de sources d'interférence, dont le niveau peut dominer les sources d'intérêt. Enfin, il faudra garantir l'atteinte d'une résolution spatiale suffisante pour localiser finement l'origine des sources des défauts, ceci sous la contrainte d'une géométrie d'antenne donnée.

Programme scientifique

Le travail de thèse s'appuiera sur les travaux précurseurs publiés dans les références [1][2] et les généralisera pour qu'ils donnent lieu à une méthodologie déployable sur site. Le problème pourra dans un premier se formuler comme l'extraction d'une signature de défaut, masquée dans un bruit de fond

important, à partir de la captation de son rayonnement dans un milieu acoustique incertain. Sur la base de ce modèle, des indicateurs spécifiques seront construits, qui devront réagir aux caractéristiques attendues d'une source de défaut tout en étant insensibles à un bruit de fond aux caractéristiques non contrôlées. La géométrie de l'antenne pourra être optimisée pour maximiser le pouvoir de résolution en fonction des indicateurs retenus. Il est attendu que la sensibilité et la robustesse de la méthode soient parfaitement évaluées de manière théorique, puis validées via des expériences de laboratoire spécifiques. La validation sur site chez les partenaires industriels constituera l'étape ultime du programme de thèse.

[1] Edouard Cardenas Cabada. L'imagerie acoustique au service de la surveillance et de la détection des défauts mécaniques, Thèse de doctorat de l'INSA de Lyon, 2017.

[2] E. Cardenas Cabada, Q. Leclere, J. Antoni, N. Hamzaoui, Fault detection in rotating machines with beamforming: Spatial visualization of diagnosis features, Mechanical Systems and Signal Processing, Volume 97, 2017, Pages 33-43.

[3] Danyi Liu, Dingyu Hu, Wei Shi, Aihua Liao, A successive sources deletion method for enhancing the trackside acoustic weak signal of axle bearing, Measurement, Volume 223, 2023, 113744.

[4] Huang Shuai, Li Junxia, Wu Lei, Zhang Wei, Research on acoustic fault diagnosis of bearings based on spatial filtering and time-frequency domain filtering, Measurement, Volume 221, 2023, 113533.

Lieu

La thèse fait partie d'un projet québécois hébergé à l'École de Technologie Supérieure (ÉTS) de Montréal, en partenariat avec deux industriels du secteur de l'énergie, Hydro-Québec et Power Factors. La thèse se déroulera en cotutelle entre l'INSA de Lyon et l'ÉTS, avec une majorité du temps passé au Québec. Des stages en milieu industriel sont aussi prévus dans le cadre de ce doctorat.

Contacts

ETS Montréal : antoine.tahan@etsmtl.ca

INSA Lyon : jerome.antoni@insa-lyon.fr, quentin.leclere@insa-lyon.fr