

Séparation de sources couplée aux Techniques d'Imagerie Acoustique - Application au rayonnement de moteurs Diesel

Brice Lafon

Laboratoire Roberval de Mécanique

Directeur(s) de Thèse : Pr. J. Antoni et Pr. M. Sidahmed

Objectif

L'objectif de cette étude est d'étudier la faisabilité du couplage entre deux familles de techniques : les techniques d'imagerie acoustique et les méthodes de séparation de sources afin de combiner leurs avantages respectifs. Les premières permettent de visualiser la distribution spatiale du rayonnement acoustique d'une source de bruit. Les secondes permettent de décomposer un signal brut (acoustique ou vibratoire) en contributions distinctes des différentes sources à l'origine du bruit ou de la vibration. D'un point de vue industriel, l'objectif est d'associer les avantages de ces techniques en s'appuyant sur la propriété de cyclostationnarité des signaux moteurs. La finalité est la décomposition du rayonnement acoustique du moteur en différentes contributions de sources élémentaires, i.e. la part du bruit qui est due à chaque composant. Ceci vise à permettre une meilleure compréhension du bruit émis afin de cibler avec précision son origine et optimiser les actions correctrices.

Méthodes et résultats

Analyse théorique et applications

L'établissement d'un processus de couplage a soulevé, après étude de chaque technique, la question de l'influence de l'ordre d'application des différentes étapes sur les résultats finaux. En cas de commutativité, l'ordre des traitements fut établi en considérant le temps de traitement et le volume de données afin de favoriser l'intégration de la démarche globale dans un contexte industriel. Des campagnes de mesure sur moteurs en fonctionnement furent ensuite réalisées ainsi que le post-traitement des données. La figure 1 présente un exemple de résultats obtenus suite à un des couplages et appliqué à la principale source du moteur : la combustion. La première cartographie du bruit global illustre l'information qui était disponible chez Renault avant le début de la thèse. Le couplage permet à présent de la décomposer en une part due à la combustion et le reste dû à d'autres sources. En plus de localiser le bruit, la contribution d'une source spécifique peut alors être estimée. Appliqué à un ensemble de sources, cette démarche permet de hiérarchiser leur poids sur le rayonnement global.

Une nouvelle source d'information

L'étude a également permis d'étudier une nouvelle grandeur, nommée intensité acoustique cyclique,

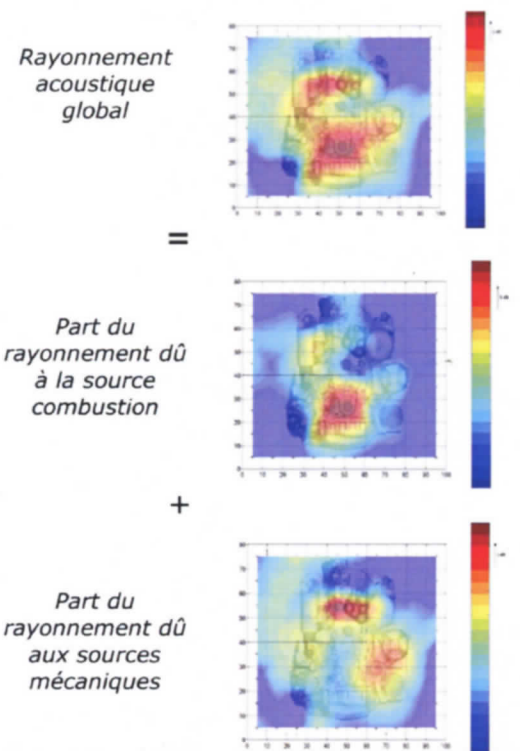


Figure 1 : Séparation de sources appliquée au rayonnement acoustique d'une face moteur.

représentant le flux d'énergie instantané calculé sur un cycle moteur moyen. L'intérêt est de pouvoir associer deux notions antagonistes : le caractère instantané avec la visualisation de la grandeur physique au cours du temps et le moyennage qui permet de compacter la quantité de donnée utile. Concrètement, les résultats ne se présentent plus sous la forme de cartographies fixes du rayonnement moyen mais sous la forme d'un film du rayonnement instantané (fig. 2) permettant de visualiser l'évolution du rayonnement acoustique à la fois dans les domaines spatial, fréquentiel et temporel en même temps, ce qui n'était pas permis avec les traitements classiques.

Retombées et valorisation

Les techniques utilisées étaient jusqu'à présent utilisées indépendamment dans l'industrie. Or, leur couplage a permis de combiner leurs avantages respectifs puisque le rayonnement, en plus d'être localisé, peut maintenant être décomposé en contributions de sources élémentaires. L'information obtenue est donc plus riche et permet une meilleure compréhension du rayonnement acoustique des systèmes complexes. Le développement de l'intensité acoustique cyclique permet en plus d'ajouter une dimension temporelle (film) à la localisation du bruit. L'étude de l'émergence du bruit et de son évolution permet alors une étude plus fine.

Au final, ce travail de recherche a permis d'approfondir le diagnostic vibro-acoustique du moteur en localisant les voies de transfert privilégiées par les vibrations provoquées par certaines sources de bruits. Les sources contribuant ainsi au rayonnement global peuvent alors être hiérarchisées. Cet outil de diagnostic vise ainsi à orienter les solutions techniques lors du développement du moteur comme par exemple le design d'écrans acoustiques. L'étude de l'intensité acoustique cyclique peut de plus servir en psycho-acoustique.

Les avancées et les résultats obtenus ont été présentés oralement lors de congrès internationaux : InterNoise (2007), Acoustics'08 et ICSV15 (2008). Un prix fut d'ailleurs décerné par l'Acoustical Society of America suite à la présentation faite lors de Acoustics'08.

De plus, un article sur l'ensemble de l'étude est en cours de relecture pour une publication dans Journal of Sound and Vibration.

Pour conclure, des remerciements sont adressés à RENAULT et à l'ANRT pour le financement de cette thèse.

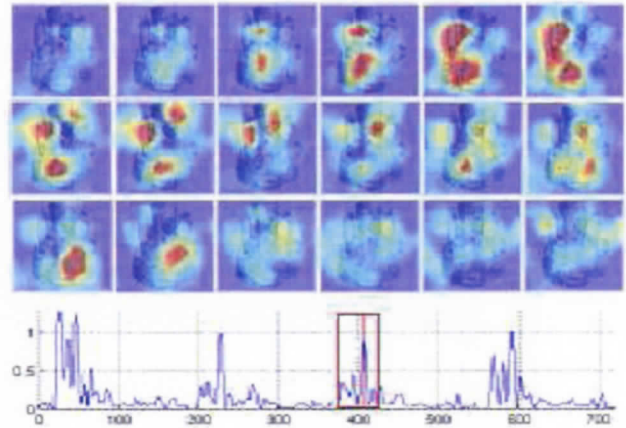


Figure 2 : Extrait d'un film de rayonnement. Chaque cellule correspond au rayonnement à un instant donné au cours du cycle moteur. (lecture de gauche à droite et de haut en bas). L'extrait correspond au secteur encadré sur la courbe d'intensité cyclique correspondante.