

« ACOUSTIQUE DE L'HABITACLE : RÉDUCTION DU BRUIT CAUSÉ PAR LES ESSUIE-GLACES D'UNE AUTOMOBILE PAR APPROCHE NUMÉRIQUE »

FEDERAL-MOGUL – HENALLUX (PIERRARD-VIRTON)

1. INTRODUCTION

Ce projet porte sur l'étude des instabilités de contact dont les conséquences sont les bruits causés par les vibrations. Les bruits liés au frottement sont nombreux dans l'habitacle d'un véhicule et leurs conséquences guère agréables : alternance d'un balai d'essuie-glace, bourdonnement du moteur, vibration de la carrosserie... Généralement, au-delà du bruit, ces phénomènes conduisent à des sur-contraintes pouvant induire une usure prématurée voire une rupture d'éléments de mécanismes. De plus, le confort acoustique est favorable à la sécurité puisque cela diminue le niveau de stress du conducteur et des passagers. Malgré ces enjeux, les modélisations prédictives éprouvent de la difficulté à trouver leurs marques dans l'industrie automobile, notamment dans le cas des essuie-glaces [1, 2, 3]. Le principe de fonctionnement du système d'essuie-glace est basé sur un contact frottant, une source indéniable de dissipation d'énergie et d'usure. L'équipementier doit donc réduire le frottement et l'usure entre le balai d'essuie-glace et le verre quelles que soient les conditions de sollicitations, vitre mouillée et sèche afin d'allonger la durée de vie des systèmes.

Un balai d'essuie-glace a une durée de vie d'environ 500 000 cycles, soit 800 km de conduite avec les essuie-glaces en marche. Pour des raisons économiques, de confort, de sécurité et de développement durable, Federal-Mogul cherche à augmenter la performance des balais d'essuie-glace. Federal-Mogul étant un industriel responsable, nous nous impliquons donc activement dans une action vigilante pour assurer un maximum de visibilité dans le brouillard, les projections d'eau... De plus, un design innovant, un confort acoustique, une grande longévité ainsi que le retraitement des produits polluants sont des avantages non négligeables. Pour parvenir à ces objectifs multiples, le centre de recherche de Aubange travaille à l'amélioration de la géométrie et des propriétés de surfaces de la lame d'essuie-glace. Ceci permet de maîtriser la qualité d'essuyage, l'intensité des efforts de frottement et de limiter la génération de bruit.

Notre projet se penchera tout particulièrement sur les essuie-glaces à balai plat. Dans ce cas, la structure métallique est intégrée à la lame caoutchouc ce qui réduit considérablement les vibrations et les bruits par rapport à un balai classique. Pour diminuer les nuisances sonores causées par les essuie-glaces et pour augmenter leur longévité, Federal-Mogul optimise leur forme ainsi que la composition des matériaux le constituant. Nous avons déjà modélisé par éléments finis la zone de contact entre le balai et le pare-brise pour une meilleure compréhension des contraintes locales qui sont sources de bruit et d'usure. Nous développons des matériaux à base de caoutchouc naturel ou synthétique afin que la lame soit plus souple et donc pour obtenir un meilleur contact avec le pare-brise. Des traitements de la surface sont également à l'étude pour protéger la lame des agressions extérieures. Toutes ces actions ont pour but commun d'éliminer le bruit, c'est à dire de ralentir le vieillissement des essuie-glaces pour une efficacité et un confort durable.



Figure 1. Illustration d'une salle servant de moyen de contrôle des ondes sonores : la chambre anéchoïde acoustique, ou chambre sourde. Cette salle est tapissée du sol au plafond de telle manière qu'aucun bruit extérieur ou écho ne puissent venir perturber les mesures visant à évaluer les niveaux sonores générés par les essuie-glaces du véhicule.

Sur base de mesures acoustiques à réaliser dans la nouvelle chambre anéchoïque que nous mettons en place sur le site de Federal-Mogul à Aubange (Figure 1), un modèle sera développé avec le support de la HENALLUX. Le modèle qui sera développé se base sur une batterie de mesures réalisées dans la chambre anéchoïque, ce sera donc un modèle du type semi-empirique. Notre méthode semi-empirique consiste à généraliser une forme analytique en y emmagasinant les résultats d'un grand nombre de mesures. Grâce à ce modèle et conformément aux souhaits des constructeurs automobiles (Audi et Volkswagen principalement), notre objectif est la réduction du bruit pour (i) améliorer le confort des passagers et pour (ii) augmenter la durée de vie des essuie-glaces (gamme X1 et RW0). Les mesures de bruits se feront en utilisant différents échantillons : c'est-à-dire en variant la forme, le degré d'usure, le degré de vieillissement, la structure, la texture etc. de l'essuie-glace à balai plat. Le spectre en fréquence mesuré (ou spectre de bruit) sera modélisé, nous pourrons alors établir une signature acoustique et nous pourrons donc identifier quel type de modification sur l'essuie-glace occasionne quel type de bruit. Inversement et réciproquement, à partir d'une mesure du bruit, nous pourrons remonter à ce qu'il faut modifier sur l'essuie-glace pour diminuer le bruit. L'utilisation du modèle qui sera développé permettra ainsi d'évaluer l'impact de chaque intervention jusqu'à trouver une solution satisfaisante pour nos clients, c'est-à-dire l'élimination de la source de bruits.

La maîtrise du niveau de bruit de l'habitacle d'un véhicule fait appel à de multiples compétences prestées par notre partenaire, la Haute Ecole HENALLUX. Les connaissances en dynamique, analyse vibratoire et modélisation seront mises à profit pour apporter une réponse spécifique à l'étude de la source de bruits. L'objectif de ce projet consiste à comprendre l'origine physique des bruits issus des mécanismes mis en jeu dans cette interface entre un matériau élastique rugueux (la lame du balais) en contact avec un plan lisse et rigide (le verre) afin de proposer de nouvelles voies d'amélioration du produit. L'optimisation du

comportement de cette interface présente des enjeux industriels importants, puisqu'elle doit agir sur la réduction des efforts de frottements donc sur le rendement énergétique, sur une réduction de bruit de fonctionnement qui améliore le confort et sur une augmentation des performances d'essuyage, gage de sécurité.

Nous développerons donc une méthode d'analyse permettant d'améliorer la conception des essuie-glaces en analysant la signature du bruit obtenue par la chambre anéchoïque et le réseau de micros. A la fin de la recherche le livrable comportera (i) un cahier de protocole de mesure, un (ii) logiciel pour définir comment identifier les sources de bruit et (iii) un cahier de protocole pour corriger les sources des bruit qui sont la nature du problème. Nous proposons donc un nouveau procédé en recherche industrielle permettant de dépasser les performances actuelles des produits sous analyse.

References

- [1] S. Goto, H. Takashi, T. Oya, "*Clarification of Mechanism of Wiper Blade Rubber Squeal Noise Generation*", JSAE Review 22 (2001), 57-62.
- [2] S. Okura, T. Sekiguchi, T. Oya, "*Dynamic Analysis of Blade Reversal Behavior in a Windshield Wiper System*", SAE Technical Paper, 2000-01-0127.
- [3] S. Goto, H. Takahashi, T. Oya, "*Investigation of Wiper Blade Noise Reduction Measures*", SAE Technical Paper, 2001-01-1410.