

# Modélisation Numérique de Multicouches Poroélastiques pour une Application Automobile

Julien Monet Descombey

Laboratoire Roberval

Directeur de Thèse : Pr. Mohamed Ali Hamdi

Le confort acoustique et vibratoire à l'intérieur d'un véhicule est un domaine de recherche très important pour l'industrie automobile, tant les bénéfices attendus sont importants en termes de vente. En raison d'une politique de réduction du nombre de prototypes, les simulations numériques profitent depuis quelques années d'une forte sollicitation de la part des industriels. De plus, les bouleversements récents (prix du baril de pétrole, taxes sur les véhicules polluants, crise économique...) ont profondément changé le comportement des clients qui se focalisent sur des véhicules bon marché, plus propres et plus sobres. L'industrie automobile se voit contrainte de s'adapter à cette nouvelle demande en allégeant ses véhicules, ce qui permet de diminuer la consommation et donc les émissions polluantes. Les insonorisants acoustiques sont particulièrement ciblés et de nouvelles solutions, plus complexes, sont amenées à être testées. L'outil numérique permet donc de valider, voire optimiser, ces nouvelles générations d'insonorisants.

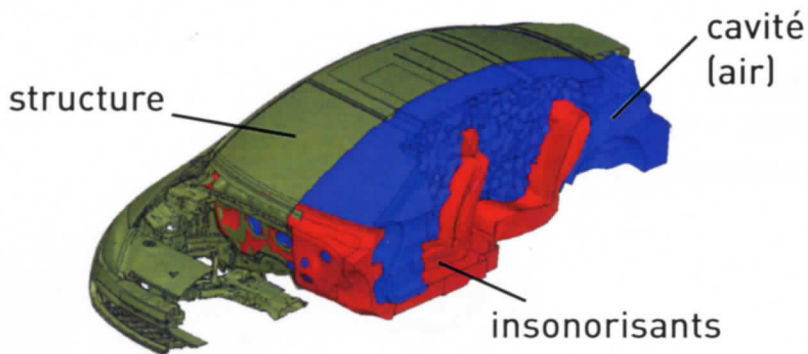
## Objectif

L'objectif de cette thèse est la mise en place dans un environnement industriel de méthodologies destinées à l'amélioration de la prédiction des calculs vibroacoustiques sur des systèmes couplés fluide-structure de grande taille incluant des matériaux poroélastiques (feutre, mousse); ces calculs étant réalisés avec un logiciel éléments finis commercial spécialement dédié à cet effet, le logiciel Rayon-VTM.

## Méthodes et résultats

Ce travail, effectué au cours des trois années de thèses, a été réalisé en ciblant les quatre points suivants:

(1) proposer des méthodologies visant à faciliter ou auto-matiser la création des modèles numériques, pour le logiciel Rayon-VTM, de véhicules complets et habillés. Ce point est illustré par l'étude du modèle numérique d'un véhicule complet; étude qui propose un certain nombre de conseils et de méthodes pour épauler les utilisateurs dans leur travail de simulation. Plusieurs points critiques ou limitants sont également signalés afin de les sensibiliser à la gestion des modèles numériques destinés aux calculs avec le logiciel Rayon-VTM.



(2) définir des règles de maillage ou de modélisation pour les couches en matériaux poroélastiques composant les insonorisants. Bien qu'un certain nombre de règles ait pu être édicté, il est encore difficile d'énoncer des règles claires et pratiques pour le maillage de certaines

configurations de multicouches. Le sujet reste ouvert sur plusieurs axes de recherche proposés énoncés dans la thèse.

(3) apporter des solutions pratiques en réponse au manque de ressources informatiques limitant les calculs avec le logiciel Rayon-VTM. Deux méthodes, permettant de contourner ces problèmes en se basant sur une exploitation astucieuse du logiciel, ont été présentées. Cependant, toutes deux ont l'inconvénient de nécessiter énormément de temps, ce qui peut être un frein à leur application en projet.

(4) utiliser le logiciel Rayon-VTM en tant qu'outil de compréhension pour l'analyse des phénomènes vibro-acoustiques. Il a pu être montré lors d'une étude conjointe entre Renault et un de ses fournisseurs, qu'un matériau de type tricouche feutre - masse lourde - feutre pouvait se révéler aussi compétitif qu'un matériau bicouche feutre masse lourde, malgré une forte diminution de poids, lorsqu'il est appliqué dans une zone bien particulière du véhicule. Cette étude est un parfait exemple de complémentarité entre l'outil numérique et l'expérimental.

## Retombées et valorisation

L'une des originalités fortes du travail réside dans l'utilisation du logiciel Rayon-VTM pour comprendre le comportement vibroacoustique d'une structure très complexe tant sur le plan géométrique que physique : l'automobile. Le travail fait est très utile pour explorer de nouveaux concepts d'insonorisants combinant absorption et isolation pour diminuer le bruit dans le véhicule. Les résultats obtenus sont très intéressants et des interprétations physiques judicieuses sont proposées.

La majeure partie de ce travail a été présentée dans cinq conférences inter-nationales et nationales faisant référence dans l'acoustique (ISMA à Leuven en Belgique, Internoise à Shang-hai en Chine) dans le milieu automobile (ISNVH à Graz en Autriche, SIA au Mans en France) ou dans le domaine des matériaux poroélastiques (SAPEM à Bradford, UK) et fait l'objet de plusieurs publications.

> Monet-Descombey, J., Zhang, C., Lhuillier, F., Duval, A. (2008) A New Light Weight Concept to enhance both Absorption and Insulation in Passenger Cars: a Numerical and Experimental Joint Study, Proceedings of 5th Symposium Automobile and Rail-road Comfort (SIA 2008), Le Mans, France, 8 pages.

> Monet-Descombey, J., Zhang, C., Hamdi, M.A. (2008) A Partition Finite Element Method Allowing the Calculation of the Vibro-Acoustic Response of Fully Trimmed Vehicles in Medium Frequency Range, Proceedings of 37th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-noise 2008), Shanghai, P.R. China, 12 pages.

> Monet-Descombey, J., Zhang, C., Hamdi, M.A. (2008) Presentation of an Efficient Method for Solving Large Coupled Vibro-Acoustic Systems including Porous Elastic Components, Proceedings of ISMA 2008, Leuven, Belgium, p. 4279 to 4287.

> Zhang, C., Monet-Descombey, J., Thuong, O., Lhuillier, F., Duval, A. (2008) Numerical and Experimental Study of Light Weight Concept under Automobile Applications Conditions, Proceedings of the 5th International Styrian Noise, Vibration and Harshness Congress, Graz, Austria, 9 pages.

> Anciant, M., Mebarek, L., Zhang, C., Monet-Descombey, J. (2007) Full Trimmed Vehicle Simulation by using RAYON-VTM, 2007 JSAE Annual Congress, Yokohama, Japan, 6 pages.

