

# Mesures et calculs vibro-acoustiques sur un cas test de maquette automobile

## Cas test Renault pour CVALOR 2000

### Commission de Validation des Progiciels de calcul de bruit rayonné

**Stéphane Barrelet,**

Groupe Acoustique,  
Direction de la Recherche RENAULT,  
Technocentre TCR RUC 4 05,  
78288 Guyancourt CEDEX,  
tél.: 01 34 95 73 29,  
fax: 01 34 95 77 10

**Nicolas Trompette,**

INRS,  
Avenue de Bourgogne,  
54501 Vandœuvre,  
tél.: 03 83 50 20 00,  
fax: 03 83 50 20 93

**Association Française de Mécanique,**

Groupe Scientifique et Technique Mécanique Industrielle et Appliquée,  
Maison de la Mécanique,  
39-41 rue Louis Blanc,  
92400 Courbevoie,  
tél.: 01 47 17 64 89,  
e-mail: gst\_meca@club-internet.fr

**D**ans un contexte de réduction des temps de développement des produits industriels, la modélisation et la simulation prennent une importance croissante. Cependant, la multiplicité des méthodes et des outils force à la prudence quant à la qualité des résultats. Une bibliothèque de cas test de référence est alors nécessaire pour hiérarchiser les solutions.

De 1992 à 1996, une première commission de validation de progiciels de calcul vibro-acoustique avait permis la publication de résultats de références sur des cas tests composés de structures simples: plaques en appuis simples et plaques en appuis simples couplées à une cavité rigide.

Une nouvelle commission s'est réunie en 2000 sous l'impulsion de la SFM et de l'INRS afin d'étudier des cas tests de complexité supérieure. Les objectifs de la commission restent identiques: définition de cas tests et diffusion des résultats numériques ou expérimentaux solutions de ces cas tests.

L'objectif de cet article est de présenter le cas test appelé maquette automobile. Ce cas test est piloté par Renault. La structure test est un assemblage de poutres et de

plaques. L'étude d'une telle structure, plus en adéquation avec les applications industrielles, permettra d'évaluer l'acuité des méthodes et des codes de calcul vibro-acoustiques disponibles aujourd'hui.

#### Présentation du cas test

#### Description de la structure

La structure test est un assemblage vissé de plaques et de poutres. L'ensemble forme deux cavités: une grande cavité arrière fermée (pseudo habitacle) et une plus petite avant comprenant deux ouvertures latérales (pseudo compartiment moteur). La figure 1 donne une vue générale de la structure et fournit ses dimensions caractéristiques.

Les tôles sont en acier inox de 2 mm d'épaisseur. Elles sont vissées sur des cornières en L en acier inox d'épaisseur 4,5 mm et de largeur 30 mm. Les cornières sont soudées entre elles créant ainsi 2 châssis indépendants. Les châssis avant et arrière sont vissés sur leurs 4 bords communs et prennent en sandwich la tôle appelée tablier qui sépare les 2 cavités (cf. Figure 2). Les tôles extérieures sont vissées sur les châssis assemblés.

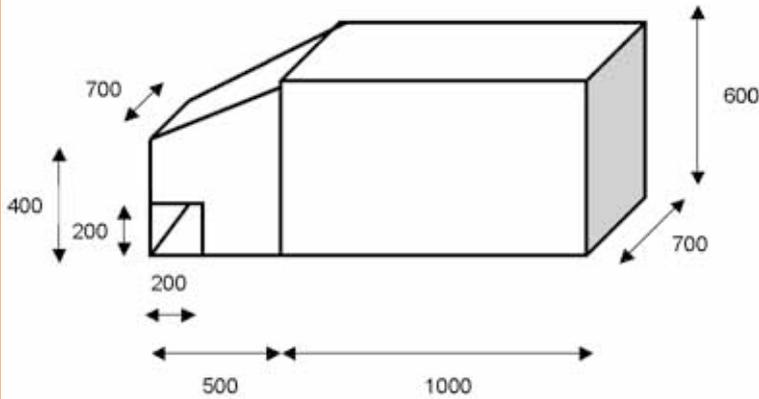


Fig 1 : Schéma de principe de la maquette automobile

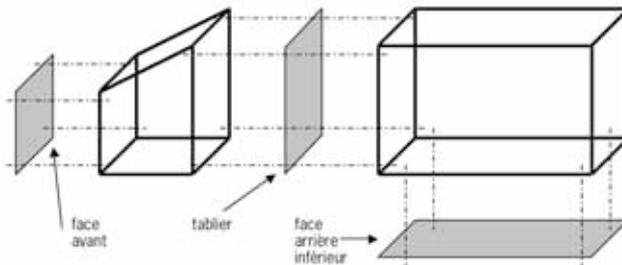


Fig. 2 : Schéma de principe présentant les 2 châssis en cornières soudées sur lesquels sont vissées les parois en tôle (en exemple ici 3 tôles dont le tablier)

La visserie est assurée par des écrous de diamètre 4 mm. Les tôles sont percées, les cornières sont taraudées. Les vis sont positionnées tous les 50 mm. Le couple de serrage des vis est contrôlé.

La maquette est suspendue par des sandows aux 4 coins de la face supérieure de la grande cavité. Le système de suspension est articulé de façon à ce que le point d'accrochage final soit positionné à la verticale du centre de gravité de la maquette, ce qui permet de la maintenir parfaitement horizontale.

Ces conditions de suspension permettent l'obtention de conditions aux limites libre-libre. La maquette atteint une masse de 140 kg.

### Excitations et grandeurs physiques considérées

La réponse de la maquette est étudiée sous 2 types d'excitations :

- un **effort mécanique** vertical appliqué sur le coin inférieur avant de la maquette,
- une **source de débit volumique acoustique** positionnée dans la cavité avant.

Les grandeurs physiques considérées sont :

- l'effort injecté ou le débit de la source,
- les **vitesse quadratiques** moyennes par face,
- les **énergies acoustiques** dans les cavités avant et arrière,
- la **puissance rayonnée** vers l'extérieur,
- la pression acoustique sur un cercle horizontal de rayon 1 m (directivité).

Le domaine de fréquence étudié se situe de 10 à 500 Hz. En l'absence de participants aux cas test équipés pour des analyses de type énergétiques sur la maquette, le domaine d'étude ne couvre pas les hautes fréquences. Les techniques de calcul testées sont essentiellement les éléments finis et les éléments frontières.

### Trois configurations considérées

La réponse de la maquette sous excitations mécanique et acoustique est étudiée pour 3 configurations de la maquette différentes :

- maquette **nue**, sans traitement acoustique,
- maquette **traitée en absorption**,
- maquette **traitée en isolation**.

Le traitement en absorption s'obtient par l'utilisation d'une couche de matériaux poreux posée sur la paroi inférieure de la grande cavité. Le traitement en isolation s'obtient en collant sur le tablier une couche poreuse associée avec une couche masse lourde, l'ensemble fonctionnant comme un système double paroi où le découplage est assuré par la couche poreuse.

Deux matériaux poreux sont considérés :

- une **mousse polyuréthane tranchée en 30 mm**
- un **feutre comprimé en 20 mm**

Dans le cas du traitement isolant, ces couches poreuses sont collées à une couche en élastomères du type EPDM de masse surfacique 5 kg/m<sup>2</sup>. Le partenaire-fournisseur de ces matériaux est la société MARMONIER.

Pour la pose et l'enlèvement des traitements acoustiques, seul le panneau latéral gauche est dévissé afin de limiter les dispersions liées aux montages et démontages des panneaux.

Afin de prendre en compte ces traitements dans les modélisations de la maquette, les paramètres acoustiques et mécaniques des poreux sont mesurés : résistivité au passage de l'air, tortuosité, porosité, longueurs caractéristiques visqueuse et thermique, module de Young, coefficient de Poisson et coefficient d'amortissement du squelette. Ces paramètres sont recalés sur des essais simples du type tube d'impédance, masse sismique ou bazooka.

## Mode de fonctionnement du groupe

Renault est le pilote du cas test et assure la réalisation de la maquette. Renault effectue l'analyse modale expérimentale et le développement des modèles éléments finis de la structure. Le modèle éléments finis a été recalé au mieux avec les essais puis distribué aux participants qui vont appliquer leur méthode pour le calcul acoustique et la prise en compte des traitements absorbant et isolant. L'utilisation d'un seul modèle éléments finis permet de limiter la dispersion des résultats de calcul, et son recalage permet aux participants de se comparer aux essais. Aussi, le modèle recalé est resté suffisamment simple pour pouvoir être décrit et diffusé avec les résultats associés. Ce point doit permettre à quiconque de réaliser un modèle identique et de comparer ses résultats avec ceux de la commission.

distribution aux participants qui effectuent des simulations. Parallèlement, la maquette est mise en circulation. Elle séjournera cet automne à l'INRS puis dans les locaux du CNAM durant l'hiver.

L'étude sur ce cas test sera clôturée début 2002 et les résultats seront alors diffusés.



## Participants

Les réponses acoustiques et vibratoires sous excitation solidienne et aérienne sont mesurées par le CNAM à Paris et l'INRS qui utilisent leurs chambres semi-anéchoïques. En plus des mesures microphoniques, le CNAM réalisera les mesures acoustiques par holographie tandis que l'INRS effectuera des mesures par intensimétrie acoustique et par vibrométrie laser. Les deux laboratoires disposent de chambres de compression pour réaliser l'excitation acoustique, prolongées par un tube pour la mesure du débit.

Six autres participants se sont proposés pour effectuer des simulations sur ce cas test. Tous utiliseront les modèles éléments finis recalés et académique fournis par Renault. Certains participants ne pourront pas traiter les cas où la maquette est traitée en absorption et en isolation.

La liste complète des participants du cas test, leurs coordonnées et les outils qu'ils utiliseront sont présentés dans le tableau suivant :

Actuellement, la maquette est réalisée. L'analyse modale expérimentale et le développement d'un modèle éléments finis recalé sont achevés. Ce modèle est en cours de

	Société Organisme	Contact	Logiciel	Coordonnées
ESSAIS	RENAULT	S. Barrelet		Tel : 01 34 95 73 29 Fax : 01 34 95 77 10
	INRS	N. Trompette T. Loyaux		Tel : 03 83 50 20 00 Fax : 03 83 50 20 93
	CNAM	C. Langrenne		Tel : 01 53 01 80 52 Fax : 01 53 01 80 57
SIMULATIONS	STRACO	M. A. Hamdi M. Melonik	IDEAS VA	Tel : 03 44 30 43 60 Fax : 03 44 86 87 77
	LMS	B. Lenne	SYSNOISE	Tel : 01 69 35 19 12 Fax : 01 69 35 19 45
	METRAVIB	D. Vaucher J. Cadieux	ASTRID	Tel : 04 78 66 34 00 Fax : 04 78 66 34 34
	FLUIDATA ESM Marseille	P. Blanc F. Journeau	DIOCOUS (Principia)	Tel : 04 91 05 43 81 Fax : 04 91 05 45 18
	FFT	J.L. Mgeot J.P. Coyette	ACTRAN	Tel : +32 10 45 12 26 Fax : +32 10 45 46 26
	RCN	L. Jan	PERMAS	Tel : 02 40 14 50 44 Fax : 02 40 14 34 00