

Prise en compte de non linéarités lors d'une simulation dynamique aléatoire – application à l'isolation d'un composant automobile

B. Thomas^{1,2}, L. Manin², R. Dufour², P. Goge¹

¹ Branch Calculation Department, Valeo Engine Cooling, France, benjamin.thomas@valeo.com

² LaMCoS, INSA Lyon, France, lionel.manin@insa-lyon.fr

Mots clefs — Dynamique non-linéaire, viscoélasticité, sollicitations aléatoires

1 Contexte

Les cahiers des charges imposés par les constructeurs forcent à valider les sous composants automobiles avec leurs interfaces. Cette prise en compte de suspensions, qui ne sont pas initialement conçues pour endurer des tests du type densité spectrale de puissance (DSP), conduit à des incohérences entre les essais et les simulations numériques. En effet, les interfaces non linéaires sont incompatibles avec les résolutions spectrales classiques concernant les processus aléatoires dans les logiciels de calcul industriel. Elles sont le plus souvent ignorées malgré leur effet sur les excitations d'entrées (figure 1). L'objectif de cette étude est donc de définir un modèle représentatif du comportement de ces éléments de suspensions, ainsi qu'une démarche d'intégration au sein d'un processus de calcul industriel (figure 2).

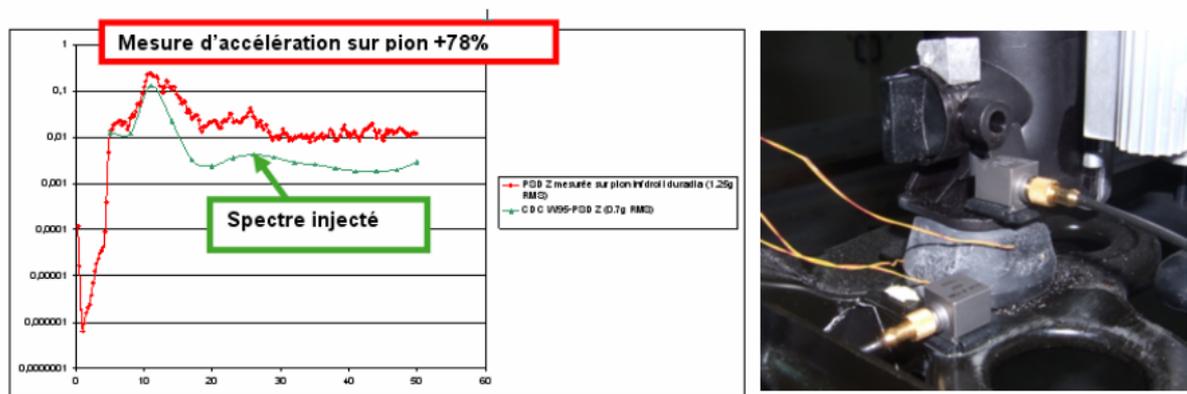


Figure 1: Exemple d'amplification d'une excitation d'entrée par les non linéarités d'un plot de suspension

2 Processus de calcul incluant les non linéarités

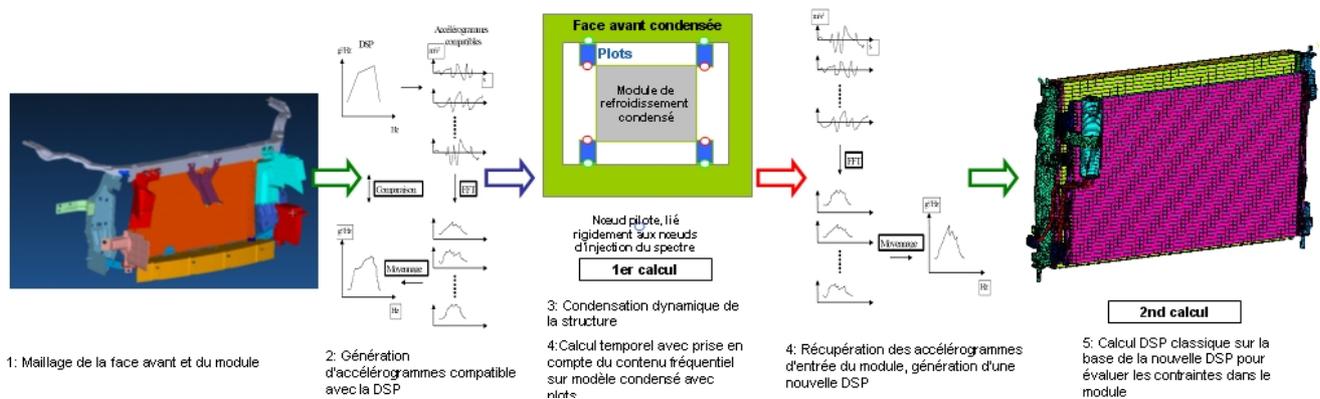


Figure 2: Schéma de principe du processus de simulation proposé

Le processus de simulation doit inclure les effets des non-linéarités tout en permettant d'obtenir le même type de résultats que lors d'un calcul par superposition modale [3]. La démarche proposée en figure 2 consiste à définir un premier calcul non linéaire temporel sur un modèle condensé au sens de Craig-Bampton [4]. Cette réduction de modèle permettra

d'exciter la structure sur la base d'un accélérogramme d'entrée généré en amont par tirage aléatoire ([5]) suffisamment long pour être représentatif de la sollicitation initiale. Le résultat de ce calcul sera une nouvelle excitation DSP à injecter à un calcul classique qui permettra d'évaluer les contraintes statistiques et donc de valider le composant.

3 Représentations des non linéarités localisées, implémentation sous Abaqus

Le comportement hystérique des plots de suspensions est simulé au moyen d'un modèle force de restitution [1,2]. Le modèle de Dahl généralisé permet d'inclure le comportement viscoélastique ainsi que les dépendances environnementales de la suspension dans une nouvelle condition limite au second membre des équations du mouvement. La dérivée de la force de restitution est alors exprimée comme proportionnelle à la vitesse de déflexion et une fonction h correspondant aux courbes enveloppes du cycle d'hystérésis.

$$\frac{dR}{dt} = \beta \frac{du}{dt} * (h - \text{sgn}(\frac{du}{dt}) * R)^\mu \quad (1)$$

Les résultats d'une caractérisation expérimentale sont utilisés de façon automatique pour recalibrer le modèle. Ces paramètres stockés sous forme de matrice peuvent ensuite être utilisés au sein d'une User Subroutine Abaqus programmée en Fortran. Celle-ci extrait des résultats du calcul pour évaluer les données à utiliser pour calculer la force de réponse. Les résultats comparés des essais et des simulations permettent de confirmer la bonne marche du modèle (figure3)

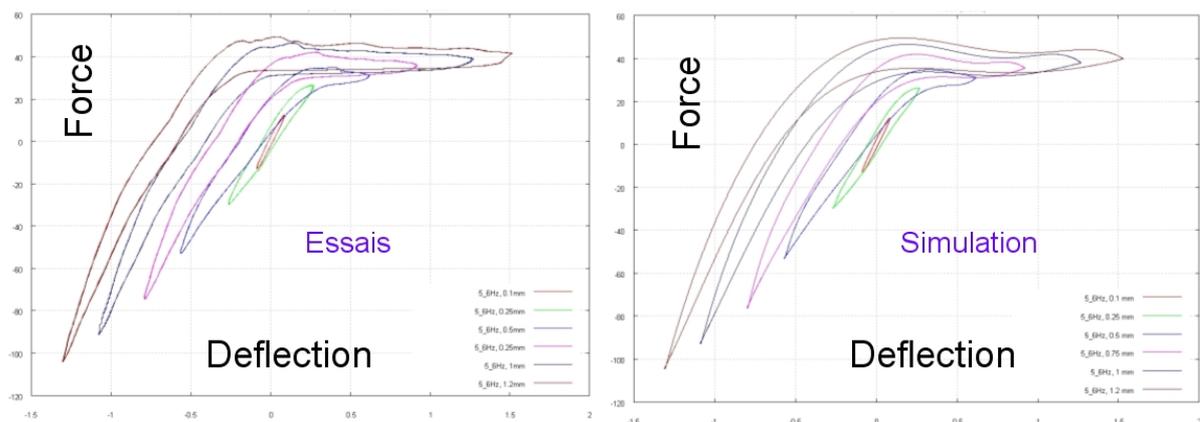


Figure 3: Comparaison des hystérésis obtenus en essais et par simulations

Références

- [1] A. Al Majid, R. Dufour. *Formulation of a Hysteretic Restoring Force Model. Application to Vibration Isolation*, Nonlinear Dynamics, Kluwer Academic Publishers, 69-85, 2002.
- [2] A. Al Majid, R. Dufour. *Harmonic response of a structure mounted on an isolator modelled with a hysteretic operator: experiments and prediction*, Jnl of Sound and Vibration Vol.277, Academic Press, 391-403, 2004.
- [3] Daniel J. Segalman, Clay W.G. Fulcher, Garth M. Reese, Richard V. Field. *An efficient method for calculating RMS Von Mises stress in a random vibration environment*, Sandia Report, Vol. 98-0260, 1998
- [4] R.R. Craig, M.C.C Bampton. *Coupling of substructures for dynamic analysis*, AIAA Journal, Vol. 6(7), 1968.
- [5] B. Puig. *Modélisation et simulation de processus stochastiques non gaussiens*, Ecole Centrale de Paris, 2003.