

# Optimisation topologique des liaisons dans les systèmes mécaniques

**Lalaina RAKOTONDRAINIBE**, Technocentre RENAULT - CMAP

**Grégoire ALLAIRE**, CMAP

**Patrick ORVAL**, Technocentre RENAULT

Traditionnellement, l'optimisation topologique permet l'allègement d'une pièce sans faire varier ses points de fixation. Seules les frontières avec des conditions aux limites de Neumann sont modifiées. Les interfaces de liaisons sont quant à elles modélisées par des conditions aux limites de Dirichlet. Leur définition est jusqu'à présent issue de l'expérience des bureaux d'études ou est réservée aux experts. Or celle-ci est primordiale dans le dimensionnement d'un système mécanique. On suppose ici que le nombre et le type des liaisons sont donnés. On se propose alors une nouvelle approche de l'optimisation topologique en s'autorisant à optimiser simultanément la structure d'une pièce et la position de ses liaisons. En d'autres termes, on fait varier simultanément les frontières avec des conditions de Neumann et les frontières avec des conditions de Dirichlet.

L'optimisation topologique de la pièce est réalisée avec la méthode level-set [1]. Les liaisons (par exemple des vis) sont également représentées par des fonctions level-set. La technologie de la vis est idéalisée, le but étant d'obtenir une représentation fonctionnelle des liaisons. De la matière est conservée autour de la liaison afin d'assurer la représentativité physique. Les extrémités de la vis sont alors représentées par deux boules rigides sur lesquelles on applique des conditions non locales.

Dans un premier temps, les liaisons sont modélisées par des encastrement. Un exemple notable concerne l'optimisation couplée de la structure et de la position des liaisons du support accessoires d'un modèle simplifié de la face accessoires du moteur 1,5L Diesel. On veut minimiser le volume du support accessoires tout en trouvant la position optimale de ses fixations. On rajoute des contraintes sur la compliance de l'assemblage. L'optimisation est réalisée sous un chargement statique.

Le couplage de l'optimisation de structure et de liaisons permet un gain en masse supplémentaire par rapport à l'optimisation de structure seule. Dans l'industrie automobile, la diminution de la masse des pièces entraîne une réduction de la consommation de carburant *ie.* une diminution des émissions de CO<sub>2</sub>. Par ailleurs, l'allègement des structures permet des économies de matières premières.

## Références

- [1] G. ALLAIRE, F. JOUVE, A.-M. TOADER, *Structural optimization using sensitivity analysis and a level-set method*, J. Comp. Phys. Vol 194/1, pp.363-393, 2004.

**Lalaina RAKOTONDRAINIBE**, Technocentre RENAULT, 1 Avenue du Golf, 78 084 Guyancourt Cedex  
CMAP Ecole Polytechnique, Route de Saclay, 91 128 Palaiseau Cedex  
lalaina.rakotondrainibe@renault.com

**Grégoire ALLAIRE**, CMAP Ecole Polytechnique, Route de Saclay, 91 128 Palaiseau Cedex  
allaire@cmap.polytechnique.fr

**Patrick ORVAL**, Technocentre RENAULT, 1 Avenue du Golf, 78 084 Guyancourt Cedex  
patrick.orval@renault.com