

ÉVÉNEMENT

compte-rendu

Séminaire Nafems : l'optimisation s'industrialise

En mai dernier, la branche française de Nafems invitait les industriels à un séminaire dédié à l'optimisation multidisciplinaire (OMD). Objectif de cette journée : faire un point sur les avancées techniques dans ce domaine à travers un panel d'exemples multisectoriels.

A en juger par les intervenants du séminaire Nafems du 13 mai dernier, l'optimisation gagne tous les grands pans de l'industrie. Chez PSA, chaque véhicule passe sous les fourches caudines des optimisateurs pour être allégés. « *Cela aboutit à des gains de 1 à 4 kilos par ensemble étudié* », déclare Laurent Di Valentin, de la Direction Technique Ingénierie Véhicule. Chez Renault, l'optimisation a fait son apparition entre 2002 et 2006. En particulier, la Laguna 3 y a copieusement fait appel. « *Pour la doublure du capot, nous avons réalisé plusieurs études sur différentes géométries, pour obtenir*

un compromis entre enfoncement du capot et masse ajoutée », explique Yves Tourbier, à la direction de la recherche.

La tâche devient difficile avec la multiplication des projets, le partage de pièces entre différents modèles de la gamme et la diversité des sites de production d'une même voiture, dont les sources d'approvisionnement sont différentes. Mais les avantages sont indéniables. Sur la Laguna 3, l'optimisation des pièces avant le lancement des fabrications des outillages d'emboutissage a permis de gagner environ sept kilogrammes en moins de deux mois sur un périmètre total de pièces de 82 kilos. Une centaine

de calculs sur 38 paramètres et 66 critères ont été nécessaires.

Chez Renault, ce type d'opération devient systématique en projet. « *Nous avons l'habitude de refaire des études tous les trois mois sur des critères donnés pour optimiser les pièces* », annonce Yves Tourbier. Les spécialistes du constructeur comptent maintenant élargir le périmètre pris en compte (actuellement surtout la caisse en blanc) car « *plus on peut traiter de choses en même temps, plus on gagne du temps. Lorsque l'on augmente le nombre de pièces traitées, on gagne en valeur mais aussi en pourcentage* », explique le spécialiste. En

outre, « *avec l'optimisation, on accélère le processus de conception, même si l'on augmente le volume de calcul* ». Renault est en effet passé de 5 heures à trente heures de calcul d'optimisation par modèle entre 2002 et 2006...

Une généralisation dans l'aéro

Dans l'aéronautique aussi, les techniques d'optimisation se généralisent. Chez Airbus, « *nous avons adapté nos méthodes d'optimisation de structure aux différentes étapes de conception des avions avec d'abord du Rapid Sizing puis une entrée progressive dans les détails* », explique Stéphane Grihon, expert optimisation

structurale. Sur l'ensemble des caissons de l'appareil, l'avionneur utilise une plateforme « maison », baptisée Combox, construite autour de Boss Quattro et Caesan de Samtech.

Côté moteur, Snecma a instauré l'optimisation pour différentes études, en passant d'un mode de conception séquentiel monodisciplinaire (d'une part les mécaniciens, d'autre part les aérodynamiciens) à un mode parallèle multidisciplinaire, en paramétrant ses modèles. « *Nous partons d'une surface, nous la modifions pour la paramétrer et elle part en même temps chez les équipes « aéro » et « méca »* », explique Ratko Banjac, de la Snecma. Les résultats des deux branches entrent ensuite dans la boucle d'optimisation assurée avec Optimus de LMS. Pour arriver à ce résultat, un gros effort a été fourni par les équipes de l'avionneur pour paramétrer les aubages. Mais les résultats sont encore timides : 1,2 % gagné sur le rendement maximal de compresseurs haute pression, par exemple. « *Les géométries d'aubages sur lesquelles nous avons travaillé lors de la mise en place de l'outil étaient déjà bien optimisées* », justifie Ratko Banjac. Et l'avionneur compte bien aller plus loin.

Adapter les méthodes

Les méthodes d'optimisation utilisées par les industriels sont proches. Ils

passent généralement par des plans d'expériences pour recueillir des données utilisées ensuite pour générer des fronts de Pareto (ensemble des meilleurs compromis sur deux critères à optimiser) dont les points sont injectés dans des algorithmes d'optimisation multiobjectifs. En particulier, c'est la méthode des gradients, fondée sur des petites variations de chacune des variables du système autour d'un point fixe, qui est utilisée pour des optimisations locales ; des algorithmes génétiques à réseaux de neurones étant employés pour des optimisations globales. A partir de cette base, chacun « optimise l'optimisation ». Pour réduire les temps de calcul, Airbus passe par l'optimisation locale intensive pour créer des abaques qui servent ensuite de référence en optimisation globale. Plutôt que de lancer de gros calculs en multidisciplinaires l'avionneur réalise également souvent des calculs monodisciplinaires et optimise ensuite l'ensemble en travaillant sur les variables de couplage. Dans le cadre d'un projet baptisé OMD, l'Université Technologique de Compiègne (UTC) a utilisé des modèles réduits (simplifiés) associés, si besoin, à d'autres plus poussés dans le cadre de méta-modèles. Le travail des universitaires a notamment porté sur l'optimisation d'une voilure flexible pour l'aéronautique et celle d'un conduit d'admission en automobile. Chez PSA,

« *la compréhension de la physique nous a amené à une stratégie par paniers de pièces : frontal, latéral, vibratoire, ouvrants. Nous cherchons des optimums sur chaque panier* », détaille Laurent Di Valentin.

Des progrès en perspective

Ces technologies ne cessent de progresser. A l'Ecole Polytechnique, Grégoire Allaire, professeur de mathématiques appliquées, travaille sur le développement d'une méthode originale d'optimisation de formes. Sa particularité ? Alors que les techniques classiques ne modifient que des volumes relativement figés, celle-ci permet de changer la topologie de la pièce. L'optimiseur peut en effet, pour arriver à un optimum intéressant, créer ou faire disparaître des trous dans un volume de matière donné. Le mathématicien a réalisé des essais concluants en deux dimensions, mais également en 3D sur des contraintes de rigidité, à l'aide du code open source Free Fem++. Mais « *l'optimisation de forme en est encore aux balbutiements, commentait un participant lors de la table ronde qui clôturait la journée de Nafems. On n'y gère qu'une dizaine de paramètres à la fois alors qu'on en traite plus de 100 dans d'autres domaines* ». Selon les industriels, les techniques d'optimisation doivent progresser dans la paramétrisation des modèles, l'intégration des



Grégoire Allaire, professeur de mathématiques appliquées à l'Ecole Polytechnique croit au développement de l'optimisation de forme. Le 13 mai, il présentait des techniques capables d'optimiser une pièce en modifiant sa topologie.

contraintes process dans la boucle, la prise en compte des dispersions et, surtout, celle des coûts. « *Ce qui est important, c'est de savoir estimer le coût des conséquences d'une modification sur une conception. Ces contraintes doivent faire partie de la mise en données mais nous n'avons pas encore les outils et les réponses à ces questions* », note Yves Tourbier.

Malgré les enseignements de cette journée, le sujet « optimisation » est loin d'être épuisé. Les adhérents de Nafems auront d'ailleurs bientôt l'occasion de refaire un point lors d'un nouveau séminaire. Son sujet : « *il portera sans doute sur la réduction des modèles* », annonce François Costes. ♦