

Mark Westphal, de Lockheed Martin, examine le rôle changeant de l'analyse alors que celle-ci devient de plus en plus intégrée au processus de conception.

L'avenir de l'analyse mécanique

L'histoire de la CAO et de l'analyse

Il fut un temps, pas si lointain, où la conception et l'analyse mécanique étaient considérées comme deux disciplines parfaitement indépendantes, entre lesquelles il n'existait que très peu, voire pas du tout d'échanges ou de feedback. Les récents progrès matériels et logiciels ont modifié cette donne, puisque la conception et l'analyse sont désormais deux disciplines de plus en plus imbriquées.

Historiquement, concepteurs et analystes avaient pour habitude de travailler chacun dans leur coin. Les premiers concevaient des produits à partir d'un ensemble d'applications donné, les seconds analysaient ces mêmes produits à partir d'un autre ensemble d'applications. L'utilisation d'outils distincts obligeait les analystes à reconstruire systématiquement la géométrie des modèles sous l'environnement de simulation afin d'être en mesure d'en analyser les performances. Toute modification apportée par les concepteurs au modèle original se traduisait

pour les analystes par l'obligation de reprendre à zéro l'ensemble du travail fastidieux de pre-processing. Il n'y avait aucun moyen de mettre à jour le modèle servant à l'analyse à partir du modèle CAO fourni par les concepteurs. Les temps d'analyse étaient par conséquent excessivement longs.

Par ailleurs, les analystes intervenaient souvent si tardivement dans le processus de conception que la seule chose qu'ils se retrouvaient finalement en mesure de faire était de valider le design proposé plutôt que de contribuer à son amélioration (optimisation).

Pre-Processing : un mot vulgaire

La phase de pre-processing consiste pour l'analyste à retravailler l'ensemble des données 3D pour en retirer les éléments indésirables, créer un maillage, le nettoyer, réunir les sous-ensembles, ajouter des charges, des conditions aux limites, des propriétés de matériaux, etc. Toutes ces opérations n'apportent que très peu de valeur ajoutée, puisqu'à ce stade aucune analyse n'a encore été réalisée. Or aujourd'hui, les

analystes de la Lockheed Martin Corporation continuent de consacrer un temps précieux à la mise en données des modèles. A en croire les témoignages apportés lors d'une récente journée de conférences portant sur l'activité d'analyse mécanique chez Lockheed Martin, la mise en données des modèles peut représenter, dans certains cas, jusqu'à 95 % du temps total d'analyse ! Autrement dit, les analystes ne consacrent en réalité qu'une toute petite partie de leur temps à remplir leur rôle d'expertise technique. Le reste du temps est consacré à faire du maillage !

Ajoutez à cela les coûts supplémentaires induits par l'introduction inévitable d'erreurs liées au développement manuel des modèles d'analyse, et vous comprendrez que les économies de temps et de coûts envisageables par l'amélioration de la phase de pre-processing sont véritablement gigantesques. Faire en sorte que les analystes puissent à nouveau se concentrer pleinement sur leur véritable métier et leur permettre de contribuer à nouveau à l'amélioration de la conception des produits est un enjeu fondamental.

Quand l'analyse est-elle suffisamment bonne ?

Dans la pratique, les concepteurs utilisent l'essentiel du temps dédié à la conception et au développement pour finaliser leurs modèles. Le temps restant est alors partagé entre l'analyse et les tests. Arrivé à ce stade, les concepteurs prient le ciel pour que les analystes ne découvrent pas de faille et valident leur modèle, tout en espérant que celui-ci passe avec succès l'ensemble des tests. Tout problème de conception détecté à ce stade s'avère catastrophique étant donné le degré d'avancement du projet. Les analystes sont alors soumis à d'importantes pressions pour valider la conception et trouver rapidement des solutions aux problèmes. De plus, les ingénieurs ne cessent de repousser les limites de la complexité des modèles et les analystes doivent rester en mesure de les analyser.

L'objectif de tout concepteur et de tout analyste est d'aboutir au plus tôt à la meilleure conception possible. Pour y parvenir, ceux-ci ont recours à un processus d'optimisation prenant en compte les objectifs de la conception, les limites fixées par l'analyse et les contraintes de fabrication. Jusqu'à récemment, l'optimisation était réalisée de façon séquentielle. Les concepteurs finalisaient leurs modèles, les passaient aux analystes et attendaient les éventuels retours. Au mieux, une ou deux itérations seulement pouvaient être réalisées avant que le temps et les ressources dédiés à la conception ne soient épuisés. Aujourd'hui, concepteurs et analystes disposent d'outils leur permettant

de travailler de façon coordonnée et parallèle. Ils peuvent ainsi envisager et évaluer un nombre plus important d'alternatives de conception, faisant intervenir un nombre toujours plus grand de champs d'analyse (CFD, FEA, Thermique, Optique, etc.). Avec l'accélération des processus, même les idées qui auparavant pouvaient paraître saugrenues ou peu réalistes, peuvent être envisagées sérieusement, et pourquoi pas mener à des résultats inattendus. Plusieurs méthodes d'analyse peuvent être appliquées simultanément afin d'optimiser l'ensemble de la conception des produits. Différents aspects peuvent ainsi être analysés de façon concurrente, contribuant à optimiser l'ensemble de la conception et non plus seulement une partie, comme cela pouvait être le cas auparavant en raison de la rapidité avec laquelle étaient réalisées certaines analyses, en fonction des disponibilités de certains ordinateurs ou de certains analystes.

Grâce aux progrès réalisés tant au niveau matériel que logiciel, le cycle d'optimisation va se réduire, résultant naturellement en une amélioration de la qualité des modèles et en une plus grande disponibilité des ingénieurs. Ceux-ci pourront alors à nouveau se consacrer à des activités plus créatives, au lieu de passer leur temps à mettre en données les problèmes. Les analystes connaîtront et disposeront de l'ensemble des données et paramètres de conception nécessaires à une analyse et une optimisation réussies.

Le concepteur pourra, quant à lui, se contenter de décrire les aspects fonctionnels des produits, laissant à la charge des outils logiciels de générer automatiquement les modèles 3D avec les contraintes d'analyse et de fabrication adaptées.

L'une des grandes usines de fabrication de Lockheed Martin utilise déjà une fonction de tuyauterie reposant sur ce principe. Le concepteur ; 1) indique un connecteur sur une boîte et le désigne en tant qu'extrémité amont, 2) indique un second connecteur sur la même boîte ou sur une autre et le désigne en tant qu'extrémité aval, 3) indique le diamètre. Le logiciel route alors automatiquement la tuyauterie en conformité avec les standards de fabrication, libérant la structure là où cela s'avère pratique et pénétrant la structure là où cela est nécessaire. Les attaches sont positionnées en fonction de l'environnement et de la taille des tuyaux. Ces attaches sont ensuite connectés à la structure aux endroits optimum, et dans la plupart des cas, sont ajoutées en tant qu'éléments natifs de la structure. De telles fonctionnalités automatiques continuent d'être ajoutées au fil du temps à l'outil de conception.

Quand l'optimisation est-elle suffisamment bonne ?

Mais tout cela n'est pas sans danger. Par exemple, les managers pourraient être amenés à s'imaginer que la conception et l'optimisation ne sont plus que de simples processus de type bouton-poussoir (tout comme certains croient aujourd'hui que c'est le cas du pre-processing...). Il en résulterait alors une planification délirante des projets. L'absence d'implication d'analystes formés et expérimentés n'aurait pour seul effet que de générer des modèles certes très jolis, mais faiblement optimisés.

De plus, la mise en place de routines d'optimisation automatisées atteint un point où les retours marginaux

sont diminués. Analystes et concepteurs devront donc fixer les limites à ne pas dépasser, quitte à s'accorder de temps à autre sur un design « presque optimal ».

Centré sur les modèles ou centré sur l'analyse

Le monde de la CAO mécanique se dirige aujourd'hui vers une philosophie de conception centrée autour d'un modèle unique, faisant office de référence pour l'ensemble des intervenants de la conception, de l'inspection et de la fabrication. Les modifications sont faites en temps réel (pas de tracés rouges ni de notices de changements) et les révisions sont répercutées à l'ensemble des personnes impliquées.

De la même manière, le monde de l'analyse suit cette tendance. A l'avenir un modèle d'analyse unique servira de référence pour plusieurs analyses ou simulations dans différents domaines de la physique. La mise à jour de ce modèle résultera d'une nécessaire collaboration en temps réel des différents intervenants, incluant les sous-traitants et clients. Lorsqu'un concepteur modifiera un modèle CAO, les modifications seront automatiquement répercutées sur le modèle d'analyse. Un feedback sera dès lors établi entre les concepteurs et les analystes. La modification de la géométrie CAO conduira à la génération automatique de modèles d'analyse complexes, incluant conditions de charge et conditions aux limites associées. Les modifications apportées à l'analyse d'éléments de niveau composants se propageront et modifieront les analyses de niveau système. Finalement, l'optimisation multidisciplinaire permettra l'inclusion de l'analyse très en amont et

autoriserait l'étude d'une multitude de paramètres sur différentes alternatives de conception. Les données de test seront rapidement combinées au modèle d'analyse pour la validation des résultats de simulation et pour être utilisées dans des études analytiques connexes. Les données ne seront saisies qu'une seule fois et utilisées à plusieurs reprises.

Rapprochement et fusion de deux mondes

Les nouvelles technologies permettent le rapprochement et la fusion de l'analyse et de la conception. Les outils de CAO et de simulation (y compris les logiciels de tests) vont se rapprocher et fusionner. Les concepteurs vont faire beaucoup d'analyses (y compris de la simulation) et les analystes vont faire de la conception (essentiellement sous forme de modifications et de mises à jour). Des « analystes maîtres » pourront avoir pour tâche de suivre et de comprendre les travaux d'analyse tout au long de la réalisation du projet, mais ils n'auront plus à se soucier du pre-processing. Des changements importants vont être amenés aux

définitions traditionnelles des rôles fonctionnels de chacun.

Il était une fois, il y a fort longtemps, des concepteurs, des ingénieurs de production et des analystes qui travaillaient sur des planches à dessin, discutant et débattant des besoins et des idées de chacun. Tous savaient ce qui était important pour les autres et pour le produit. Avec l'apparition et le développement séparé de logiciels de CAO et d'outils d'analyses, cette coopération fut perdue. Aujourd'hui, avec des modèles beaucoup plus compliqués drainant des quantités phénoménales de données, le même type d'interaction est à nouveau rendu possible, résultant en un cycle de conception accéléré. Mais c'est l'industrie elle-même qui se doit de piloter ces évolutions, sans quoi celles-ci continueront d'être guidées par l'évolution des outils logiciels existants, chacun essayant de nourrir ses propres intérêts. ■

Mark E Westphal
Lockheed Martin
mark.e.westphal@lmco.com

*Traduit de l'anglais par
Cad-Magazine*

Lockheed Martin choisit la solution NX Nastran

UGS a annoncé en décembre 2004 que l'Engineering Process Improvement Center (centre d'amélioration des procédés d'ingénierie) de la société Lockheed Martin avait choisi NX Nastran comme solution de référence pour l'analyse par éléments finis. UGS a lancé NX Nastran en septembre 2003. Nastran, le logiciel d'analyse par éléments finis le plus utilisé au monde, était jusqu'alors essentiellement commercialisé par MSC Software Corporation sous l'appellation MSC Nastran. NX Nastran permet à Lockheed Martin d'évaluer de façon précise et rapide au sein de l'environnement NX, les performances structurelles d'un grand nombre de ses produits, des lanceurs jusqu'aux satellites. Les ingénieurs sont ainsi à même de connaître rapidement les caractéristiques de leurs conceptions et peuvent donc prendre de meilleures décisions d'ingénierie, au plus tôt dans le processus de conception.