

avis d'expert

Les 5 mythes de la CFD

Ivo Weinhold, ingénieur de la nouvelle division Mechanical Analysis de Mentor Graphics (anciennement Flomerics), revient sur les a-prioris plus ou moins répandus vis-à-vis des outils de CFD et détaille leur inexactitude à la lumière des récents développements en la matière. Bien entendu, il prêche pour sa propre chapelle, mais ses arguments nous semblent solidement fondés.

Les solutions de CFD (Computational Fluid Dynamics - simulation en dynamique des fluides) ont la réputation déjà ancienne d'être complexes, lentes, et coûteuses à mettre en œuvre dans un process de développement produit. S'il y a 10 ans ces reproches étaient fondés, les progrès réalisés depuis les contredisent largement. Reste que ces opinions persistent comme des mythes et font obstacle à une diffusion plus large de ces outils dans les premières phases de la conception mécanique. Ceci explique pourquoi seulement 30 000 ingénieurs en mécanique, sur un potentiel de plus d'un million de professionnels, utilisent la CFD pour

évaluer le comportement de leurs produits vis-à-vis des fluides.

Mythe n°1 : La CFD est trop complexe pour être employée dans le process de conception.

Dans une étude récente, 58 % des ingénieurs de conception mécanique avouent ne pas avoir les connaissances suffisantes à l'utilisation de codes de CFD. Ceci est probablement dû au fait que la majorité des codes d'il y a une dizaine d'années, et de certains produits actuels d'ailleurs, exigent une compréhension profonde du traitement numérique

de la mécanique des fluides pour être sûr d'obtenir des résultats précis lors de leur application. Par exemple, les utilisateurs doivent savoir comment transférer leur modèle CAO dans l'environnement CFD, générer le maillage avec les bonnes propriétés, parfois modifier manuellement les cellules afin d'améliorer le maillage, déterminer les conditions limites, sélectionner les bons modèles physiques, ou encore paramétrer finement le solveur de calcul afin d'être sûr de converger vers une solution. Ces différentes tâches complexes requièrent en effet les compétences d'un spécialiste et ne peuvent être intégrées à un process de conception classique.

Mais, depuis quelques années, une nouvelle génération de solutions de CFD est apparue et résout ces difficultés d'utilisation. Elles utilisent les données natives de CAO, maillent automatiquement l'espace fluide et gère les paramètres de l'écoulement à travers des fonctions orientées objet. Cela évite aux ingénieurs de passer du temps sur le traitement numérique du problème pour se concentrer sur les particularités dynamiques du fluide et sur ses interactions avec le produit en question.

Cette nouvelle génération de solutions intègre des fonctions sophistiquées et automatiques pour assurer la convergence dans pres-

que tous les cas de figure, et ceci sans intervention manuelle. Et, sans doute le plus important, une fonction spécifique contrôle la qualité du maillage pour éviter la cause la plus courante de divergence. Virtuellement, la seule situation où le logiciel n'aboutira pas à la convergence est un modèle avec un écoulement instable. Ce dernier cas de figure peut cependant être traité en basculant vers une analyse transitoire.

Les compétences requises pour mettre en œuvre un logiciel de CFD reposent finalement sur les connaissances classiques que possèdent les ingénieurs en conception : mise en œuvre d'une CAO et compréhension des lois physiques

chronophage. Même si des outils de maillage automatique étaient disponibles, de nombreuses interventions manuelles étaient nécessaires notamment pour maintenir la qualité du maillage en éliminant les trous et recouvrements, et pour garantir un taux de déformation, de distorsion, et un volume corrects pour chaque cellule. Ces procédures devaient être répétées à chaque modification de design !

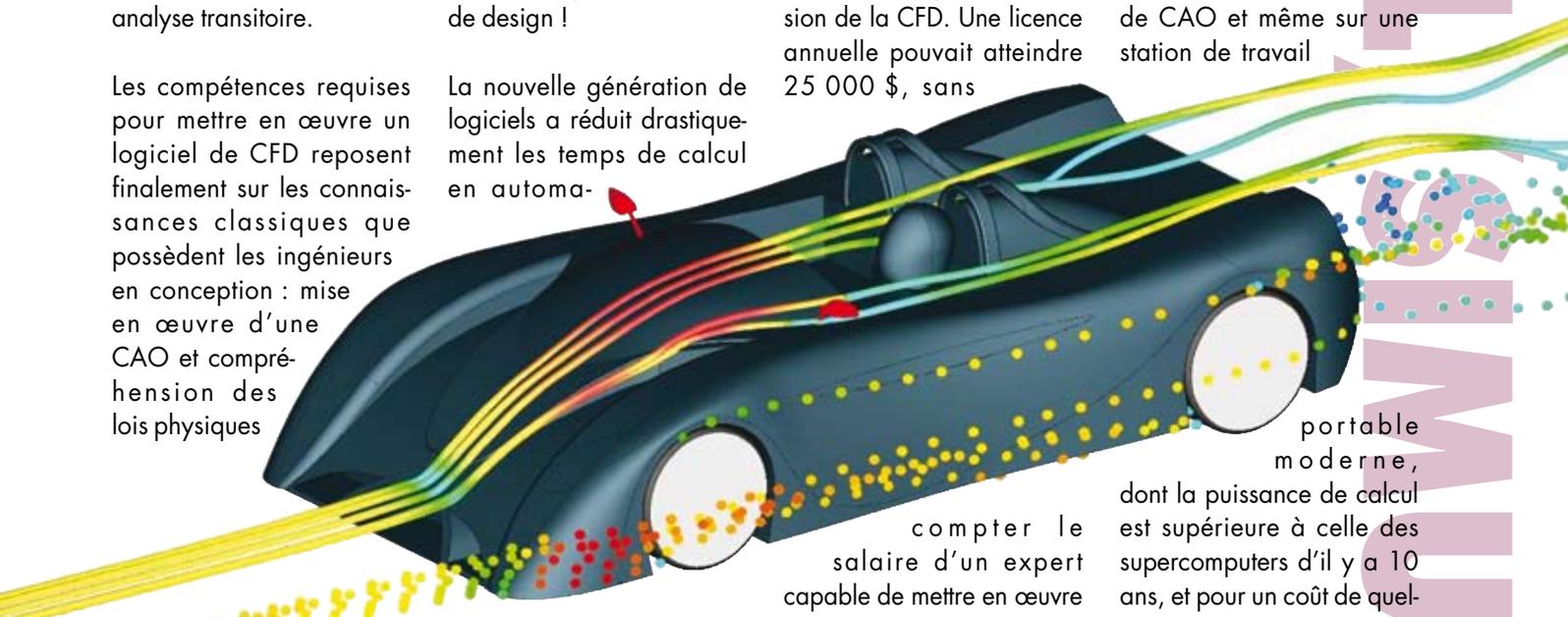
La nouvelle génération de logiciels a réduit drastiquement les temps de calcul en automa-

niveau de qualité, toujours sans opération manuelle. Résultat : de nouvelles pièces ou des modifications de géométries peuvent être maillées en quelques minutes.

Mythe n°3 : Les solutions de CFD sont trop chères.

Le coût élevé des logiciels est un autre facteur qui a limité dans le passé la diffusion de la CFD. Une licence annuelle pouvait atteindre 25 000 \$, sans

une utilisation en phase de design est beaucoup plus économique. Une licence perpétuelle est disponible pour environ 25 000 \$ à laquelle il faut rajouter les frais de maintenance que l'on peut estimer à 18 % par an. Ce type de solution se passe fort bien d'un expert calcul et peut être utilisé par un ingénieur concepteur avec un minimum de formation. Elle tourne dans votre environnement familier de CAO et même sur une station de travail



qui régissent les produits qu'ils développent.

Mythe n°2 : Les outils de CFD sont trop lents pour être intégrés au process de design.

Auparavant, les temps de calcul des outils de CFD étaient si longs qu'une nouvelle itération de design survenait bien souvent avant l'obtention des résultats d'analyse du concept précédant. Ils étaient donc réservés à une étape de validation finale. L'étape de maillage était la plus

portable moderne, dont la puissance de calcul est supérieure à celle des supercomputers d'il y a 10 ans, et pour un coût de quelques milliers de dollars... comptant toutes ces étapes. Dans la nouvelle approche, les modèles CAO 3D sont directement utilisés pour la simulation CFD, sans étape intermédiaire de transfert ou de copie de fichiers. Toutes les données indispensables au calcul, comme les propriétés matériaux et les conditions limites, sont liées de manière associative au fichier CAO et évoluent en même temps que lui. Le logiciel analyse le modèle géométrique et identifie les « zones solides » et les « zones fluides », sans intervention de l'opérateur. Ensuite, le maillage automatique génère le maillage, en garantissant un très haut

portable moderne, dont la puissance de calcul est supérieure à celle des supercomputers d'il y a 10 ans, et pour un coût de quelques milliers de dollars... compter le salaire d'un expert capable de mettre en œuvre le code ! Un expert en analyse était obligatoire pour tous ces anciens codes, et pour de nombreuses solutions modernes, qui exigent une compréhension totale de l'aspect mathématique de la dynamique des fluides. Ces analystes perdaient un temps considérable à l'apprentissage de ces logiciels et de leurs mises à jour régulières. Dans un passé récent, ces solutions exigeaient également des machines de type supercomputer pour fournir les résultats de calcul dans un laps de temps raisonnable.

La dernière génération de codes de CFD adaptée à

portable moderne, dont la puissance de calcul est supérieure à celle des supercomputers d'il y a 10 ans, et pour un coût de quelques milliers de dollars...

Mythe n°4 : Impossible d'utiliser directement un fichier CAO pour exécuter un calcul CFD.

Dans le passé, il était nécessaire de copier ou de transférer son fichier CAO dans un programme différent afin d'en tirer un modèle acceptable par la CFD. Ces outils de transformation exigeaient de très nombreuses interventions manuelles. Généralement, 80 % de la géométrie étaient traités en automatique, le reste devait soit être ressaisi,

soit simplifié. Ce qui fait que la plupart des utilisateurs préféreraient repartir de zéro, redessiner leur modèle directement dans l'environnement de CFD, et perdre ainsi beaucoup de temps.

Les nouveaux logiciels sont en mesure d'utiliser directement les formats natifs des principaux modeleurs CAO du marché. Si, à la suite de la simulation, l'opérateur décide de modifier la géométrie de son modèle, il peut le faire directement en utilisant ses fonctions usuelles de modélisation de son application CAO. Il n'a pas besoin de créer des objets artificiels dans l'arborescence du modèle pour représenter les espaces fluides. Les caractéristiques du fluide sont définies directement sur le modèle CAO et organisées de la même

manière que les autres données géométriques dans l'arborescence du modèle. En conséquence, le modèle CAO original peut être utilisé tel quel pour l'analyse CFD.

Mythe n°5 : La plupart des produits se passent d'analyse CFD.

Jusqu'à maintenant, les utilisateurs de solutions CFD se concentraient dans un petit nombre d'industries comme l'automobile, l'aéronautique, et la production énergétique. Secteurs pour lesquels l'optimisation des écoulements fluides impactent fortement les performances des réalisations. Cela a renforcé le sentiment que la CFD ne se justifie que sur des produits de haute valeur. Aujourd'hui, cette

technologie permet d'optimiser de manière significative les performances d'une grande variété de produits. Tous les équipements et tous les process de production qui interagissent avec un fluide ou un gaz peuvent en effet bénéficier d'une analyse de ce type. On comprend ainsi pourquoi la CFD est actuellement employée pour optimiser des produits aussi variés qu'une piscine, des WC, un arroseur automatique de gazon, un lecteur de disques ou encore un filtre à huile ou un système d'impression numérique.

Conclusion

Nombre d'ingénieurs continuent de penser que les logiciels de CFD sont difficiles à mettre en œuvre, coûteux et particulièrement gour-

mands en temps de calcul. Une nouvelle génération de logiciels a pour- tant vu le jour et corrige point par point ces inconvénients. Ces applications peuvent être intégrées dans le processus de conception, permettant ainsi aux ingénieurs de se concentrer uniquement sur l'aspect physique de leur problème, tout en délivrant des résultats de calcul rapidement. Les concepteurs peuvent alors s'appuyer sur des analyses physiques sûres pour améliorer les caractéristiques de leurs produits et raccourcir les délais de développement. ■

Article d'Ivo Weinhold de Mentor Graphics, traduit par Cad-magazine.

