

Guide des simulations numériques

Lors de la réalisation d'analyses numériques, nous utilisons entre autres des simulations au moyen de FEM (Finite Element Methods) et CFD (Computational Fluid Dynamics).

Analyses FEM

La méthode FEM permet de juger des constructions complexes rapidement et précisément et d'une manière relativement simple, avec l'adaptation d'ordinateurs (PC's). Avec cette méthode, la construction à analyser est divisée en un nombre infini de parties, qui sont appelées éléments. On peut utiliser un dessin de construction 3D-CAD, mémorisé par le programme FEM. Le modèle de calcul peut être construit d'éléments en poutre, en plateau ou en volume. Ceci dépend de la précision souhaitée. A l'intérieur des éléments indépendants, les tensions et les déplacements sont approchés par des polynômes, dont l'ordre dépend du type d'élément. Ces éléments sont, à un certain nombre de points, reliés aux éléments voisins. Ces points sont appelés noeuds. L'interaction entre les éléments a lieu exclusivement de par les forces qu'ils exercent entre eux aux noeuds.

Les caractéristiques des matériaux et la géométrie des éléments sont utilisées pour exprimer la rigidité de la construction vers les noeuds. On obtient la matrice de rigidité. Les forces sur la construction sont emmenées en tant que forces sur les noeuds. On soutient les constructions de par l'attachement d'un certain nombre de déplacements ou de rotations de noeuds.

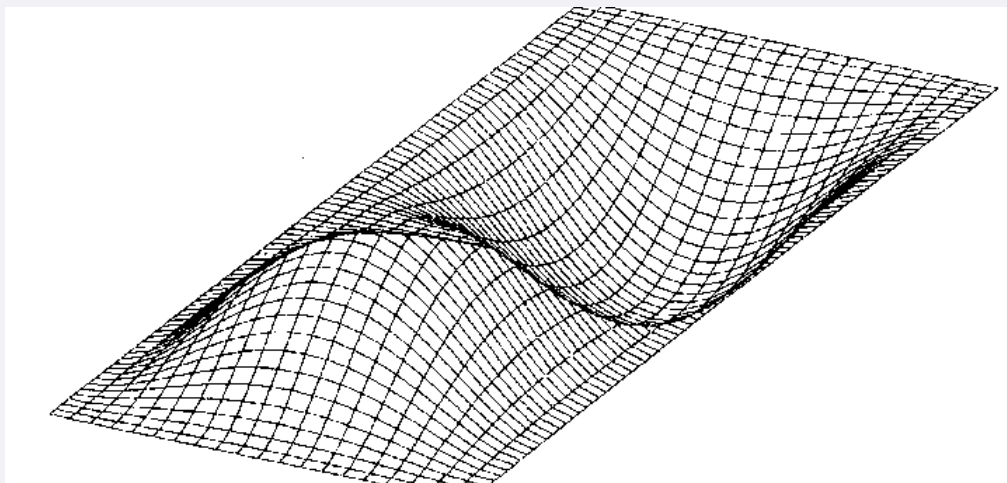


Figure 1: La déformation d'un plateau coincé aux côtés, à la deuxième fréquence propre

La solution des calculs est constituée de la détermination des déplacements inconnus des noeuds, à la suite des forces connues. Les déplacements mutuelles des noeuds sont utilisés pour la détermination de l'élasticité et la tension dans les éléments individuels.

Les programmes FEM offrent des possibilités de juger, tant statiquement que dynamiquement un plan de construction, sur

- La déformation maximale et la tension des matériaux.
- La distribution des températures et les tensions y correspondantes
- Les formes de tremblements et les fréquences propres
- Le comportement dynamique
- Le comportement de cassure/stabilité des plis.
- Les analyses magnétiques (avec moyen d'aide spécial)

Pour la réalisation des calculs FEM, on fait souvent usage des processus pré et post. Ce sont des programmes qui simplifient la construction de modèles, et constituent un outil pour l'intégration des résultats.

Ces programmes possèdent en outre d'autres facilités, surtout des possibilités graphiques vastes pour le contrôle du modèle réalisé et ils génèrent de belles images de la construction déformée.

Les tensions et déformations dans la construction peuvent être exprimées en tant que contours de tension colorés qui rendent les résultats clairs.

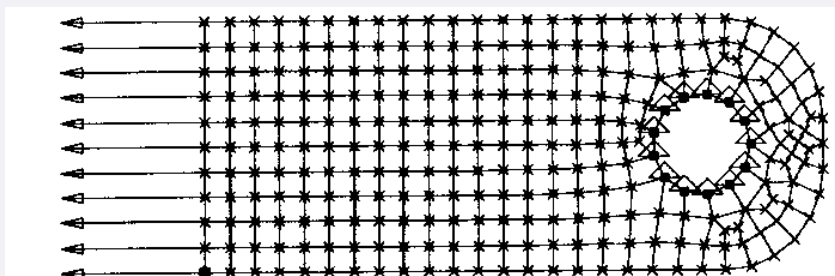


Figure 2: La déformation d'une lèvre forcée par traction, coincé vers le trou

Les avantages d'une analyse FEM peuvent être résumés comme suit:

De par un accouplement avec un dessin de construction 3D-CAD, le projet peut être jugé de façon rapide et bon marché.

- Les parties faibles du projet peuvent être tracées très tôt pour que les améliorations puissent être réalisées encore avant la production.
- On peut trouver quels écarts, perturbations et forces déterminent la durée de vie, la précision et le comportement de tremblement.
- Le projet peut être optimisé en le rendant par exemple plus léger, meilleur marché ou plus rigide.
- De par la prévision du comportement de fatigue, le nombre de tests de fatigue peut être limité ou ignoré.
- Le comportement physique du projet peut être déterminé sous des conditions extrêmes.

Analyses CFD pour écoulements

Le domaine d'application du CFD est assez large: des écoulements visqueux et lents, jusqu'à l'aérodynamique compressible 'à haute vitesse'. En conséquence, un logiciel adapté a été fabriqué pour chaque problème dans ce domaine spécial. Ce n'était pas le cas dans le domaine de la numérique de rigidité et de force. Ce n'est qu'au début des années 80 qu'apparaissent les premiers paquets généralement applicables.

Les simulations numériques pour les écoulements dans des adaptations industrielles tiennent généralement directement compte des comparaisons de mouvement (Navier-Stokes), et elles sont complétées par d'une comparaison de fluidité et, éventuellement, de comparaisons d'énergie et de transport. Cet ensemble forme un système d'équations différentielles, accouplées de façon non-linéaire, qui doit être résolu d'une autre manière.

Dans le cas des écoulements laminaires, les solutions obtenues sont de satisfaisantes à très précises. Lorsqu'il est question de turbulence, même les ordinateurs les plus puissants d'aujourd'hui ne sont pas capables de simuler un écoulement sans tremblement. Ce n'est possible que dans des cas géométriquement très simples, et isolés; dans ce cas, nous parlons de Direct Numerical Simulation (DNS). Les résultats de telles simulations sont utilisés pour la finition de modèles de turbulence. L'urgence d'utiliser un modèle de turbulence fait que les simulations numériques peuvent parfois être moins précises. Le type de modèle de turbulence à utiliser dépend en partie du problème posé.

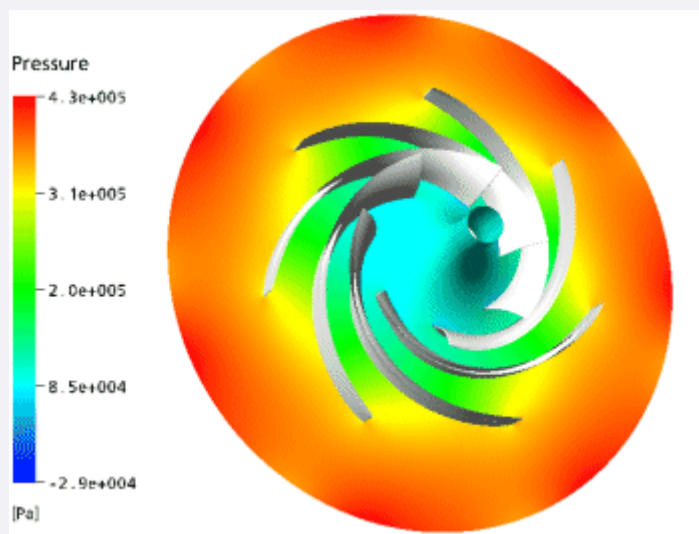


Figure 3: Calcul du champ de pression dans un souffleur de pompe

Des exemples de possibilités d'adaptation d'analyses CFD sont:

- Écoulements bi ou tridimensionaux (écoulement par la perte de pression d'un appareil, y compris le comportement thermique des parties adjacentes), tant stationnairement qu'en dépendance du temps.
- Géométries avec des parties tournantes comme des ventilateurs et des sections en mouvement.
- Comportement incompressible ou compressible avec la fermeté comme fonction de pression et de température ou uniquement comme fonction de température. (convection thermique).

- Transport de chaleur (conduite, convection et rayonnement), y compris distribution de températures dans des matériaux fixes.
- Distribution de gaz comme le NO_x (émissions).
- Transport de masses tel que l'apport et le séchage de coatings ou l'évaporation de gouttes (séchage en arrosant)
- Réactions chimiques (combustion)
- Ecoulement en plusieurs phases, y compris échanges d'impulsions des (nombreuses) parties (des parties chargées peuvent également subir des forces externes dans un champ électromagnétique)
- Analyses aéro-acoustiques

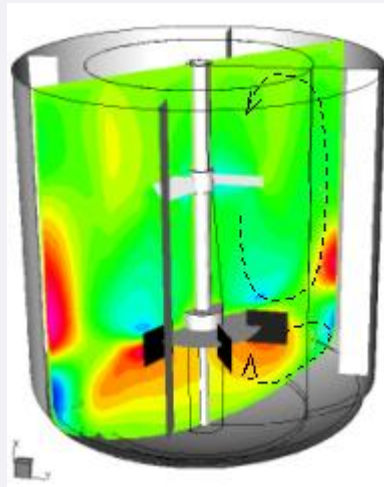


Figure 4: Distribution de la vitesse dans un tonneau de mélange

Utilisation de simulations numériques

Un trajet de recherche, expliqué ici est souvent construit en trois phases.

Analyse

Lors de cette phase, le projet d'origine est jugé sur la base des valeurs calculées. Ainsi, on peut définir les problèmes.

Redéfinition du projet

Lors de cette phase, un nouveau projet est proposé suite à la phase d'analyse. Le projet devra être adapté sur la base des possibilités techniques.

Optimalisation

Lors de cette phase, le nouveau projet est optimisé (par exemple minimalisation du poids).