

La lettre d'Acystème n°15

Rennes, mars 2004

Thème : La simulation : quel intérêt ?

Si, pour bon nombre d'industriels, la simulation est devenue un outil incontournable dans la démarche de conception et d'optimisation des installations, il reste encore des domaines où cette approche reste peu utilisée, parfois par simple méconnaissance des avantages à en retirer.

Avec l'amélioration des performances informatiques, plus particulièrement en terme de calculs numériques, la modélisation et la simulation sont devenues des étapes-clés de l'étude d'un système. L'usage de la simulation autorise désormais l'exploration d'un grand nombre de situations en un temps relativement court. Selon le besoin, cette modélisation peut revêtir différentes formes (modèle de connaissances, modèle "boîte noire"...) et s'intéresser à des niveaux de détail très variés (modélisation globale, modélisation "simplifiée", éléments finis...).

Nous vous proposons ce mois-ci un aperçu (non exhaustif) de l'utilité de l'approche modélisation dans l'industrie, illustré par des exemples tirés de l'expérience d'Acystème, dans lesquels la simulation est utilisée principalement pour effectuer :

- des études comportementales et opérationnelles,
- des études de dimensionnement et d'optimisation des procédés.

Études comportementales

Dans le cas d'études comportementales, il s'agit d'utiliser la simulation pour valider certains aspects du fonctionnement du système. Ainsi, EDF conçoit le contrôle commande des automates de conduite de ses aménagements hydro-électriques en s'appuyant sur des modèles numériques. Ces mêmes modèles lui permettent également de s'assurer du respect des normes de sécurité réglementaires.

La simulation est également utilisée pour élaborer les stratégies à suivre en cas d'incident : elle permet alors de valider la qualité des actions correctives ou préventives sur des scénarios peu ou pas reproductibles (crue décennale par exemple) ou nécessitant des essais coûteux ou dangereux.

Dimensionnement, optimisation

Dans le cas d'études de dimensionnement ou d'optimisation, il s'agit de créer un modèle du système et de le simuler sur divers scénarios de fonctionnement. Le modèle permettra par exemple de calculer le rendement d'une installation, le coût énergétique de fabrication d'un produit, la fatigue d'un équipement, etc. Le concepteur peut alors faire varier (à la main ou à l'aide d'algorithmes spécialisés) les différents paramètres de conception pour optimiser les performances de son système.

Prenons l'exemple des fours industriels : la simulation pourra être utilisée pour améliorer la qualité des produits et la productivité, tout en limitant la consommation énergétique et l'émission de polluants.

Modèles de connaissance et modèles de comportement

Dans tous les cas, la modélisation peut s'effectuer de manières très diverses. On parle fréquemment de modèles de connaissance et de modèles de comportement.

Le modèle de connaissance est basé sur les relations physiques entre les grandeurs du système. Ces relations sont établies par raisonnement à partir d'hypothèses spécifiques et de lois générales de la physique appliquées au système. Ainsi, pour modéliser le mouvement d'une pièce mécanique, on pourra par exemple l'assimiler à son centre de gravité, négliger les frottements et appliquer la relation fondamentale de la dynamique.

À l'inverse, le modèle de comportement constitue une description purement mathématique de la relation observée entre des grandeurs d'entrées (causes) et de sorties (effets), sans s'appuyer sur la physique du système. Le tracé de la caractéristique d'un injecteur piézo-électrique constitue par exemple un modèle de comportement à part entière. Les techniques d'identification, de réseaux de neurones et d'estimation paramétrique permettent d'obtenir des modèles de comportement plus complexes.

Dans notre prochain numéro, nous verrons comment EDF utilise la modélisation dans une approche intégrée de conception du contrôle commande des centrales hydro-électriques.

Patrice HOUZOT
Directeur de la publication