

Calage et Validation des modèles de simulation numérique : vers un cadre unifié

Merlin KELLER, EDF R&D

La simulation numérique connaît un essor significatif depuis plusieurs décennies, en complément voire en substitut de l'expérimentation physique, dans les études industrielles comme dans de nombreux domaines de recherches (par exemple physique, chimique, biologique, pour n'en citer que quelques-uns). Dès lors se pose la question de la confiance que l'on peut avoir dans les résultats de simulation numérique issus de modèles physiques implantés dans des codes de calcul, et du degré de représentativité de ces modèles vis-à-vis des processus réels qu'ils cherchent à émuler.

En confrontant les prédictions de modèles numériques à des données expérimentales, les réponses à ces questions se déclinent en deux grandes familles d'approches que sont le calage et la validation. La première consiste à réduire les incertitudes dues à la méconnaissance du phénomène étudié, incertitude souvent portée par des paramètres mal connus (coefficient d'échange dans un condenseur, ou de frottement du lit d'une rivière par exemple). La deuxième vise à quantifier l'écart attendu entre la quantité physique d'intérêt que l'on cherche à prédire et les sorties d'un modèle numérique entché de ses différentes sources d'incertitude : paramétrique, mais aussi de modélisation, ou inhérente aux approximations numériques nécessaires à son implémentation.

Cette problématique fait l'objet à la R&D d'EDF et chez ses partenaires d'un programme de travail pluriannuel dont le but est d'établir un cadre méthodologique commun aux agents qui y sont confrontés, et de développer les outils permettant d'appliquer cette méthodologie le plus largement possible, en facilitant notamment l'interface entre un code de calcul, potentiellement coûteux, et simulant une physique plus ou moins régulière, des données d'entrées dont le nombre et la dimension peuvent être très variables, et des algorithmes statistiques adaptés.

A travers plusieurs thèses et post-docs dédiés à cette question, ainsi que l'organisation d'échanges entre les acteurs concernés, ce programme a aboutit notamment à l'écriture d'un guide méthodologique pour le calage posant les bases d'une méthodologie commune permettant d'englober la très grande variété de cas de calage rencontrés à EDF.

Le but de cet exposé est de fournir un état des lieux de cette réflexion et des différentes actions menées en l'illustrant sur différents cas d'application, et de discuter des perspectives envisagées à court et à moyen terme.