Cadre méthodologique de spécification formelle d'un simulateur par apprentissage machine profond pour assurer sa validation

Christophe Denis*,**,***,****

*EDF R&D, Département PRISME,
6 quai Watier, 78400 Chatou
**Saclay INdustrial Collaborative Laboratory for Artificial Intelligence Research
Boulevard Gaspard Monge, 91120 Palaiseau, France.
***Sorbonne Université, UMMISCO
32 Avenue Henri Varagnat, 93143 Bondy Cedex, France
**** Université Panthéon-Sorbonne, IHPST
13 Rue du Four, 75006 Paris, France

Résumé. Cette contribution présente un cadre méthodologique pour formaliser les spécifications d'un simulateur basée sur de l'apprentissage machine profond. Ce travail de recherche, mêlant épistémologie de la modélisation et informatique théorique, pour objectif de mettre en place des techniques informatiques de vérification et validation pour des systèmes critiques nécessitant la puissance prédictive d'une modélisation par apprentissage machine.

Le Groupe EDF exploite des matériels et des ouvrages à longue durée de vie comme des barrages hydroélectriques et des centrales nucléaires et mène historiquement au sein de sa R&D une forte activité de simulation numérique dans différents domaines scientifiques, allant de la mécanique des structures à la mécanique des fluides en passant l'électromagnétisme. Les codes industriels de simulation se basent historiquement sur une modélisation hypothético-déductive qui a permis d'obtenir des avancées significatives sur la prédiction et la compréhension de phénomènes. Le principe de cette modélisation est de formaliser le phénomène d'intérêt sous la forme d'un système d'équations mathématiques exprimées tout d'abord sur des supports continus puis discrétisées sous la forme d'un schéma numérique spatio-temporel.

La modélisation hypothético-déductive n'est pas toujours la panacée pour questionner un phénomène. En effet, il n'est pas toujours possible de trouver le modèle mathématique d'un phénomène mal connu dans l'état de connaissance scientifique actuel, d'une part, et la simulation de ce modèle peut produire des prédictions peu précises ou nécessiter des temps de calcul ou de consommation énergétique jugés trop importantes, d'autre part. Les techniques d'apprentissage machine profond rendent possible la mise au point de simulateurs sur des phénomènes pour lesquels on ne dispose pas de modèle théorique satisfaisant. Il peut être tentant faute de mieux d'adapter pour l'apprentissage machine profond la méthodologie éprouvée de spécification et de validation utilisée pour l'approche hypothético-déductive. Cette solution ne se justifie pas puisque la spécification et la mise au point d'une simulation par d'apprentissage machine sont différentes de celles mises en œuvre pour une approche hypothético-déductive.