STAGE : Réduction du temps de restitution des Simulations aux Grandes Échelles (LES) par détection automatique du transitoire initial

Contact : thomas.berthelon@univ-grenoble-alpes.fr, guillaume.balarac@univ-grenoble-alpes.fr

Mots clés : Large Eddy Simulation, Machine Learning, Turbulence

Contexte :
La forte augmentation de la puissance de calcul observée au cours de ces dernières années a permis d'appliquer les Simulations aux Grandes Échelles (LES, Large Eddy Simulations) à des configurations industrielles complexes. Ces approches ouvrent de nouvelles perspectives en matière de prédiction et d'analyse fine des écoulements turbulents. Cependant, l'un des verrous majeurs reste le temps de restitution, qui demeure particulièrement important. En effet, l'accumulation des statistiques nécessaires est souvent pénalisée par un transitoire non-physique en début de calcul qui peut biaiser les résultats. La figure ci-dessous illustre un signal typique issu d'une simulation LES (ligne grise) pour lequel le transitoire initial impacte l'estimation de la valeur moyenne (ligne bleue). Une connaissance du transitoire permet d'obtenir une moyenne qui converge beaucoup plus vite (ligne rouge).

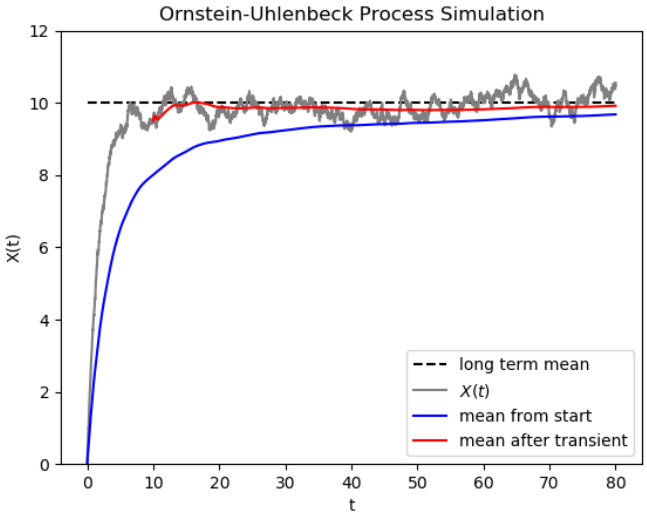

FIGURE 1 – Illustration de la moyenne d'un signal temporel

Objectif du stage :
L'objectif du stage est de développer des méthodes permettant d'estimer automatiquement la durée de ce transitoire. En identifiant de manière robuste la fin de cette phase initiale, il devient possible de lancer l'accumulation des statistiques à un moment pertinent afin de réduire significativement le temps de restitution global.

Approche proposée :
La démarche envisagée s'appuiera sur un couplage entre :
— Des outils d'apprentissage automatique pour analyser les signaux issus des simulations,

— Des indicateurs physiques propres à la mécanique des fluides afin de garantir la pertinence des résultats.

Dans un premier temps, un démonstrateur sera mis en place en *Python* sur des signaux artificiels générés à l'aide d'un processus d'Ornstein-Uhlenbeck. Les méthodes développées seront ensuite appliquées à des calculs LES réalisés avec le code *Yales2*.

Profil recherché :

Étudiant(e) de niveau Master 2 ou école d'ingénieurs, avec une spécialisation en mécanique des fluides, modélisation numérique ou data science appliquée.

— Bonnes compétences en programmation scientifique (Python),
— Connaissances en mécanique des fluides numérique,
— Intérêt pour les approches d'apprentissage automatique et leur application en mécanique des fluides.

Compétences acquises :

Le stage permettra à l'étudiant(e) de développer une double expertise à l'interface entre simulation numérique en mécanique des fluides et méthodes d'analyse avancées basées sur l'apprentissage automatique.