1 Reconstruction de champ de vent

Pour toutes questions sur ce sujet de PFE, n'hésitez pas à me contacter :
Contact : antoine.tonnoir@insa-rouen.fr
Mots clés : *Modélisation, simulation numérique, problèmes d'optimisation, application à l'écologie.*

Contexte et motivation

Dans le contexte de l'éolien, la modélisation des champs de vent est un enjeu important pour savoir notamment où placer les éoliennes afin d'optimiser leur productivité. Une problématique commune est alors la reconstruction du champ de vent sur une zone étant donné des mesures ponctuelles de ce dernier. Plusieurs approches sont possibles pour aborder ce problème. Une idée simple consiste à exploiter des méthodes d'interpolation multi-variée. Une autre approche revient à résoudre un problème de minimisation sous contrainte, permettant de prendre en compte les propriétés physiques. Le but de ce PFE est de s'initier aux méthodes numériques pour cette problématique.

Description du modèle et de l'approche

Considérons un champ de vent décrit par une fonction $\overline{\mathbf{v}} : \mathbb{R}^2 \to \mathbb{R}^2$. Pour simplifier, dans un premier temps, on considère la fonction $\mathbf{v}$ indépendante du temps. On suppose qu'on possède des mesures ponctuelles $\mathbf{v}^i$ en divers positions $(x_i, y_i)_{i\in\{1,\cdots,d\}}$ du domaine d'intérêt $\Omega \subset \mathbb{R}^2$. Le problème se formule ainsi : Trouver une fonction $\mathbf{v}$ approchant "au mieux" les données $\mathbf{v}^i$ (le sens de "au mieux" est précisé ci-après).

Un premier objectif du PFE sera de mettre en place un outils de récupération et représentation de données réelles. Également, on cherchera à pouvoir générer des données (soit à partir de modèle de mécanique des fluides (écoulement potentiel par exemple), soit plus simples).

Ensuite, on cherchera à étudier des techniques d'interpolation pour déterminer $\mathbf{v}$ vérifiant $\mathbf{v}(x_i, y_i) = \mathbf{v}^i$. Une première approche simple pourra être de considérer des données sur une grille cartésienne permettant d'exploiter aisément les méthodes d'interpolation (polynomiale ou splines) classiques. Un extension sera alors de considérer le cas plus réaliste de données sur une grille non cartésienne.

Les techniques d'interpolation ont l'avantage d'être simple et rapide d'exécution. Néanmoins, elle présente le défaut que le champ $\mathbf{v}$ reconstruit ne pas vérifie pas des propriétés physiques (comme le fait de décrire un fluide incompressible, i.e. $\text{div}(\mathbf{v}) = 0$). Une idée alors est de se tourner vers un problème d'optimisation sous contrainte. On pourra chercher à déterminer un champ $\mathbf{v}$ minimisant l'écart aux données en respectant par exemple la condition $\text{div}(\mathbf{v}) = 0$. La formulation, l'étude et la résolution de ce problème permettront de mettre en oeuvre de nombreux outils de la formation.

Déroulement du PFE

Ce PFE peut être adapté en fonction des souhaits de l'étudiant. Pour la mise en oeuvre numérique, elle devra se faire à l'aide de logiciels libres comme Paraview, GMSH ou des codes à adapter que je pourrai fournir. Concernant le déroulement du PFE, des réunions régulières (toutes les semaines environ) seront organisées afin d'assurer le suivi.