

# **Étude d'un écoulement turbulent en canal en présence d'un champ magnétique non uniforme : contrôle d'écoulement par voie magnétique**

**Amandine CAPOGNA**

Sous la direction de Olivier Doche et Laurent Davoust

**Mercredi 5 juillet 2023 à 10h00**

Amphithéâtre Ouest de Chimie

## **Jury :**

- Pascal GARDIN, Directeur de recherche, ArcelorMittal Research Center (rapporteur)
- Philippe TORDJEMAN, Professeur des universités, INP Toulouse (rapporteur)
- Guillaume BALARAC, Professeur des universités, Grenoble INP (examineur)
- Véronique FORTUNÉ, Maître de conférences, Université de Poitiers (examinatrice)
- Pablo RUBIOLLO, Professeur des universités, Grenoble INP (examineur)

**Résumé :** Le contrôle de la turbulence est une problématique essentielle dans de nombreux secteurs de l'industrie, telle que l'aviation ou la métallurgie. Dans ce dernier secteur d'applications, des champs magnétiques uniformes engendrés par des électro-aimants sont régulièrement utilisés. Cependant, ces systèmes sont massifs et énergivores. Dans d'autres applications plus exotiques telles que la propulsion marine, un contrôle de la turbulence peut également être tenté en utilisant des aimants et en injectant un courant électrique afin de tirer profit de la force de Laplace. Mais là encore, l'approche est énergivore et susceptible d'engendrer de l'électrolyse si le milieu fluide conducteur est de l'eau saline.

La thèse considérée ici propose une approche alternative consistant à utiliser le champ magnétique non uniforme délivré par une allée d'aimants permanents distribués (insérés) le long de (dans) la paroi d'un canal. On étudie à l'aide de Simulations Numériques Directes (DNS) le comportement d'un écoulement turbulent ainsi modifié. Les aimants permettent d'agir sur l'écoulement sans ajout externe d'énergie tout en étant plus manipulables et moins encombrants qu'un électro-aimant : les courants électriques et forces de Laplace sont induits par couplage faible entre le champ magnétique et l'écoulement.

Il est montré que le champ magnétique doit être imposé au minimum sur l'épaisseur de la couche interne (incluant donc la couche logarithmique) afin d'influencer de manière significative l'écoulement turbulent dans un canal. Deux configurations élémentaires d'aimants permanents sont donc proposées et résolues numériquement, qui permettent d'imposer préférentiellement un champ magnétique longitudinal ou transverse dans la zone de proche paroi.

La configuration de champ magnétique transverse est la plus efficace pour réduire l'activité turbulente dans l'écoulement, alors que celle générant principalement un champ magnétique longitudinal augmente sensiblement l'agitation et donc le mélange. Plusieurs variantes de la configuration générant un champ magnétique transverse sont ensuite étudiées. Il est ainsi montré que plus le champ

magnétique est réparti de manière homogène dans la couche interne de turbulence, plus celui-ci sera efficace pour réduire l'activité turbulente. La distance entre les aimants choisis ainsi que leurs intensités magnétiques respectives sont aussi des paramètres déterminants qui doivent faire l'objet d'une optimisation.