

## **Modélisation d'une hydrolienne à axe horizontal avec une approche Actuator Line – simulation des grandes échelles (LES) avec la méthode de Boltzmann sur réseau (LBM)**

**Laboratoire d'accueil :**

Laboratoire Universitaire des Sciences Appliquées de Cherbourg (LUSAC)  
Equipe : Ecoulements et Environnement

**Contact :**

Mikaël Grondeau, Maître de Conférences  
E-mail : [mikael.grondeau@unicaen.fr](mailto:mikael.grondeau@unicaen.fr)  
Sylvain Guillou, Professeur des Universités  
E-Mail : [sylvain.guillou@unicaen.fr](mailto:sylvain.guillou@unicaen.fr)

---

**CONTEXTE :**

La raréfaction des énergies fossiles et la crise climatique favorise le développement d'énergies décarbonées. Parmi celles-ci, les hydroliennes sont une solution innovante et prometteuse. De la même manière que les éoliennes extraient l'énergie cinétique du vent, les hydroliennes extraient l'énergie cinétique des courants de marée. La majorité des prototypes actuellement en développement nécessitent des courants forts présents uniquement dans certaines zones spécifiques, comme le Raz Blanchard au large du Cotentin. Les écoulements dans ces sites ont la particularité d'être fortement turbulents avec des taux de turbulence allant localement jusqu'à 20% [1].

Afin de prédire le fonctionnement des futures hydroliennes, des campagnes d'essais expérimentales et numériques ont été réalisées au cours de ces dernières années. Le laboratoire LUSAC a pris part à ces campagnes à travers plusieurs thèses et projets et est notamment monté en compétence en modélisation CFD des hydroliennes avec la méthode de Boltzmann sur réseau (LBM) couplée à une approche de simulation des grandes échelles (LES). Le choix de cette approche est notamment basé sur le caractère fortement instationnaire des écoulements hydroliens [2].

Il existe deux principaux types d'hydroliennes, les hydroliennes à axe vertical et les hydroliennes à axe horizontal. Jusqu'à présent, les simulations d'hydroliennes à axe horizontal réalisées au LUSAC avec la LBM-LES ont utilisées des approches entièrement résolues [3]. Ces approches requièrent d'importantes ressources de calcul et se limitent à la modélisation d'hydroliennes à échelle réduite. Un modèle simplifié basé sur la méthode des lignes actuatrices (ALM) [4] a été développé pour les turbines à axe vertical. Ce stage s'inclut dans une volonté de l'équipe Ecoulement et Environnement du LUSAC d'adapter son modèle ALM-LBM-LES pour les turbines à axe horizontal.

**CONTENU DU STAGE :**

Le-La stagiaire travaillera sur la simulation d'hydroliennes à axe horizontal avec un modèle Actuator Line couplé à la méthode de Boltzmann sur réseau. Les calculs seront réalisés avec la librairie LBM codée en C++ PALABOS. Le-La stagiaire aura accès pour ses calculs au ordinateur du laboratoire et au ordinateur du CRIANN.

Dans un premier temps, le-la stagiaire effectuera des simulations afin de confronter les résultats obtenus avec le modèle ALM à des données de référence, expérimentales ou numériques. Le modèle ALM pour turbine à axe horizontal sera déjà implémenté dans le code mais celui-ci pourra être amélioré. Une étude bibliographique sur les modèles ALM est attendue.

Dans un second temps, l'étude portera sur l'étude de cas avec une turbulence ambiante et/ou l'étude d'interaction entre plusieurs turbines.

La visualisation des données et le post-traitement des résultats se feront essentiellement avec le logiciel Paraview.

**MOTS CLES :**

EMR, Hydrolienne, actuator line, Simulation des grandes échelles, méthode de Boltzmann sur réseau, programmation en C++.

**PROFIL DU CANDIDAT :**

Le·La candidat·e devra disposer d'une formation en hydrodynamique/aérodynamique/mécanique des fluides et suivre un Master Recherche ou une dernière année d'Ecole d'Ingénieur. Il·Elle doit disposer de bonnes capacités rédactionnelles. Un certain goût pour la simulation et la programmation numérique est nécessaire et attendu. Le·La candidat·e devra être en mesure de s'approprier des publications scientifiques et notices techniques rédigées en anglais.

**DATES :**

Démarrage en mars/avril 2024 pour une durée de 6 mois.

**DIVERS :**

Gratification : 4,05 €/heure net (≈ 566 €/mois)

**REFERENCES :**

[1] A. E. Hay, J. McMillan, R. Cheel and D. Schillinger, "Turbulence and drag in a high Reynolds number tidal passage targetted for in-stream tidal power," 2013 OCEANS - San Diego, 2013, pp. 1-10.

[2] Philippe Mercier and Sylvain Guillou, "The impact of the seabed morphology on turbulence generation in a strong tidal stream", Physics of Fluids 33, 055125 (2021).

[3] Grondeau, Mikaël, Sylvain S. Guillou, Jean Charles Poirier, Philippe Mercier, Emmnuel Poizot, and Yann Méar. 2022. "Studying the Wake of a Tidal Turbine with an IBM-LBM Approach Using Realistic Inflow Conditions" Energies 15, no. 6: 2092.

[4] Grondeau, Mikaël, Sylvain Guillou, Philippe Mercier, and Emmanuel Poizot. 2019. "Wake of a Ducted Vertical Axis Tidal Turbine in Turbulent Flows, LBM Actuator-Line Approach" Energies 12, no. 22: 4273.