

Rédigé le 19 mai 2022 3 minutes de lecture

Événements

Recherche fondamentale

Recyclage des plastiques | Énergies éoliennes

Mécanique des fluides | Génie chimique et génie des procédés | Technologie de la combustion et des moteurs | Méthodes numériques et optimisation

17 - 18 mai 2022

IFPEN a accueilli, les 17 et 18 mai 2022 sur son site de Lyon, les 5e journées annuelles franco-belges des utilisateurs d'OpenFOAM®.

Cet événement, porté notamment par Lionel Gamet de la direction Expérimentation Procédés d'IFPEN, a réuni la communauté des utilisateurs d'OpenFOAM®, ainsi que des personnes intéressées par les applications potentielles de ce logiciel open source de **simulation multiphysique**. Des intervenants issus du monde universitaire et de l'industrie ont pu présenter les avancées dans leurs domaines de R&D respectifs grâce à l'emploi de cet outil. Une large place a également été accordée à l'échange d'idées et d'informations dans un environnement interdisciplinaire.

OpenFOAM® offre un large éventail de fonctionnalités permettant de résoudre des problèmes aussi divers que **les écoulements de fluides complexes** impliquant **des réactions chimiques**, **des turbulences** et **des transferts de chaleur**, **l'acoustique**, **la mécanique des solides** ou **l'électromagnétisme**.

>> En savoir plus sur la conférence

OpenFOAM® : de nombreuses applications côté IFPEN

Génie des procédés

Dans ce domaine, OpenFOAM® est utilisé par les équipes de la direction Expérimentation Procédés d'IFPEN tout autant pour **des applications en ingénierie des unités pilotes** qu'en recherche amont pour la compréhension des phénomènes et leur modélisation.

En R&D, les simulations OpenFOAM® font intervenir des solveurs stationnaires et servent à **réaliser de nouveaux designs**, à **optimiser les géométries existantes**, ou encore à **améliorer la distribution de temps de séjour**, avec des applications en **chimie de conversion** ou en **recyclage des plastiques** (fig. 1).

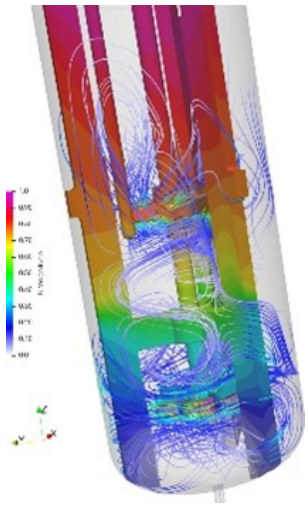


Figure 1 : Calcul MRF (Model Reference Frame) sur un réacteur agité dédié au recyclage des plastiques

En recherche fondamentale, le caractère ouvert du code source d'OpenFOAM® permet de développer **des modélisations complexes instationnaires des phénomènes couplés** (couplage entre une hydrodynamique multiphasique et des transferts de masse et de chaleur en réactif). Une thèse sur la simulation des écoulements réactifs dans des tubes cylindriques en microfluidique (écoulements de Taylor) est d'ailleurs en cours. Une autre démarrera en 2022 sur la thématique de ce type d'écoulements mais dans des lits fixes catalytiques, très utilisés dans les unités pilotes, et plus généralement en génie chimique. Une approche de type *volume-of-fluid* en simulation numérique directe est employée pour résoudre les phénomènes physiques des unités pilotes (fig. 2).



Figure 2 : Bulle ascendante suivant une trajectoire en forme de spirale

Hydrodynamique

Au sein de la direction Physico-chimie et Mécanique appliquées d'IFPEN, la mise en place d'un bassin à houle numérique sous OpenFOAM®, logiciel largement reconnu dans la communauté d'Hydrodynamique navale, permet une analyse plus fine et une **meilleure compréhension des phénomènes hydrodynamiques à l'œuvre**. Le design global d'un flotteur d'éolienne est actuellement essentiellement réalisé avec des outils de simulation tels que DeepLinesWind™, qui prennent en compte simultanément les chargements aérodynamiques, hydrodynamiques et la déformation de la structure. Dans ce type d'outils, le comportement hydrodynamique du flotteur est modélisé selon une approche efficace mais perfectible. Selon la taille de l'élément et l'amplitude de la houle, différentes approches théoriques sont déployées et requièrent la calibration de coefficients de trainée et de masse d'eau ajoutée. La calibration de ces coefficients est faite soit à partir d'essais en bassin, coûteux bien qu'à échelle réduite, soit à partir d'un retour d'expérience issu du design des plateformes pétrolières. C'est pour ces raisons que la CFD représente un atout majeur pour **optimiser le processus de design d'un flotteur d'éolienne**. Différents cas d'étude y sont successivement simulés et validés grâce à des données expérimentales, comme illustré sur les figures 3 et 4 ci-dessous.

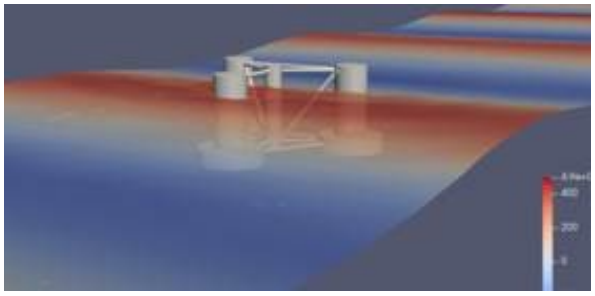


Figure 3 : Génération de houle régulière et irrégulière en présence d'un flotteur fixe

Cette décomposition (flotteur fixe avec houle, flotteur mobile sans houle) permet de monter en complexité étape par étape jusqu'à modéliser la **réponse d'un flotteur en mouvement libre soumis à la houle**. Ces différents cas d'études sont traités aussi bien dans le cadre de projets internationaux tels qu'OC6, tâche issue de l'IEA Wind, mais aussi dans le cadre de thèses. IFPEN travaille également sur ce sujet dans le cadre du projet H2020 Hiperwind.

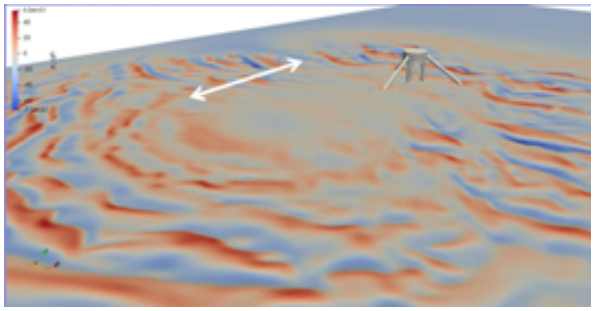


Figure 4: Mouvements de corps flottant en oscillation libre amortie sans houle, donnant naissance à un champ de vagues radiées

Développement numérique

La direction Sciences et Technologies du Numérique d'IFPEN a pour mission d'apporter la meilleure performance possible aux simulateurs industriels et de développer des thèmes de recherche scientifique destinés aux travaux d'innovation d'IFPEN. Le temps de simulation des codes est par exemple un verrou important du point de vue des performances de ces outils, en particulier pour la simulation de la dynamique des fluides. C'est le cas notamment pour le simulateur OpenFOAM®, largement utilisé dans de nombreux domaines d'intérêt pour IFPEN : **combustion, écoulements multiphasiques dans des réacteurs chimiques**, mise au point de **systèmes de refroidissement pour moteur électrique**.

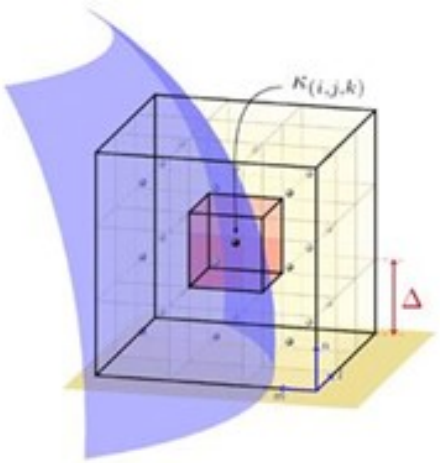


Figure 5 : Maillage régulier (9 voxels) sur lequel est reconstruite l'interface entre 2 phases

Parmi les axes de recherche visant à améliorer les performances de codes scientifiques, IFPEN explore en particulier l'utilisation du Machine Learning pour **accélérer les simulateurs de CFD** (*Computational Fluid Dynamics*). L'utilisation de modèles de prédiction construits par apprentissage intégrant de la physique complexe (combustion, réaction chimique, écoulement multiphasique, etc.) permet dans ce cas d'accélérer les algorithmes existants ou de mettre au point des modèles de substitution moins coûteux pour simuler les phénomènes complexes à l'étude. Ce savoir-faire est valorisé au niveau académique à travers des démonstrateurs développés avec OpenFOAM®. Son caractère open-source et le fait qu'il soit largement adopté tant dans la communauté académique que dans le monde industriel, en fait un puissant vecteur pour diffuser le savoir-faire IFPEN, et mettre en place des collaborations avec des partenaires publiques, tels qu'Inria, ou privés.

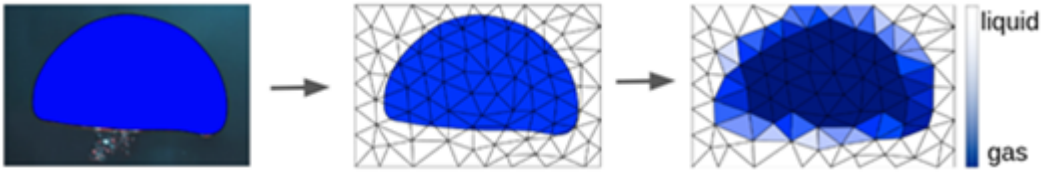


Figure 6 : Discrétisation d’une bulle de gaz dans un liquide sur un maillage

Contact scientifique : **Lionel Gamet**

VOUS SEREZ AUSSI INTÉRESSÉ PAR

CFD et 3D agitent le monde des réacteurs
Amélioration des modèles hydrodynamiques pour l’éolien flottant
IFPEN et Inria s’associent en faveur de la transition énergétique
IFPEN co-organisateur des journées annuelles des utilisateurs d’OpenFOAM®
19 mai 2022

Lien vers la page web :