

Proposition d'un post-doc au LHEEA (Ecole Centrale Nantes)

Développement d'une méthode numérique innovante hybride à interpolation spatiale « généralisée » pour l'hydrodynamique

Contexte

La simulation numérique est un outil incontournable pour le design des structures marines, aussi bien pour améliorer la performance des transports maritimes que dans le domaine des énergies marines renouvelables. Ces thématiques impliquent nécessairement la prise en compte de géométries complexes mobiles au sein des écoulements. Or cette opération reste aujourd'hui fortement limitée par les difficultés techniques que posent les maillages, ainsi que par le caractère monolithique des méthodes numériques employées. Ce travail de recherche vise, à terme, la création d'un solveur innovant, en rupture technologique avec les outils numériques disponibles actuellement :

- Suppression des difficultés techniques et des temps ingénieurs relatifs à la génération de maillages autour des géométries mobiles en interaction avec le fluide
- Réponse aux problèmes posés par les larges différences d'échelles temporelles et spatiales (ex: prise en compte à la fois des couches limites turbulentes et des sillages lointains ; modélisation rapide et précise de houles tout en capturant les problèmes d'impact très locaux)
- Mise à profit des qualités des différentes méthodes hybridées tout en s'affranchissant de leurs faiblesses respectives
- Unification de différents solveurs d'ores et déjà développés au sein du LHEEA

Objectifs – Contenu scientifique

Ce travail s'inscrit dans une continuité de l'expertise du LHEEA autour de différentes méthodes numériques pour l'hydrodynamique, et notamment les méthodes CFD sur grilles eulériennes (Différences Finies, Volumes Finis à raffinement adaptatif [1][2][3]), les méthodes CFD particulières lagrangiennes (Smoothed Particle Hydrodynamics [4][5][8]), et les méthodes potentielles (High Order Spectral [6]). Il s'agit ici de mettre à profit la complémentarité de ces méthodes, par utilisation intensive de couplages et de formulation ALE (Arbitrary Lagrangian-Eulerian [7]) afin d'aboutir à un outil numérique unifié, en abolissant au passage les difficultés inhérentes à la mise en œuvre de maillages autour des géométries complexes en interaction avec le fluide. Pour ce faire, les points suivants seront exploités et combinés :

- Prise en compte automatique de géométries complexes avec des maillages adaptés « simplifiés »
- Généralisation des interpolations spatiales : hybridation de résolutions sur grille Eulérienne / résolution particulière Lagrangienne, avec zones de transition compensatrices ALE
- Utilisation intensive du raffinement adaptatif de grilles/particules (AMR/APR [5])
- Parallélisation intensive du solveur sur mémoires distribuées, déployable sur plusieurs milliers de cœurs CPU [8]

Profil recherché

Compétences :

- Mécanique des fluides ; Méthodes numériques ; Méthodes CFD
- Algorithmique et High Performance Computing (HPC)
- C/C++ ou Fortran

Niveau requis :

- Doctorat en mécanique des fluides
- Bon niveau d'anglais

Les candidats sont invités à envoyer une lettre de motivation, un CV et quelques détails relatifs à leurs publications

Poste à pourvoir à partir du 1^{er} décembre 2022

CDD de 18 mois

Localisation : LHEEA (Ecole Centrale Nantes), Nantes

Contacts : Guillaume Oger (guillaume.oger@ec-nantes.fr), David Le Touzé (david.letouze@ec-nantes.fr)

Bibliographie

- [1] P. Bigay, G. Oger, P.-M. Guilcher, D. Le Touzé, A weakly-compressible Cartesian grid approach for hydrodynamic flows, *Computer Physics Communications*, vol. 220, pp. 31-43, 2017.
- [2] L. Vittoz, G. Oger, M. de Leffe, D. Le Touzé, Comparisons of weakly-compressible and truly incompressible approaches for viscous flow into a high-order Cartesian-grid finite volume framework, *Journal of Computational Physics: X*, vol.1, pp. 100015, 2019.
- [3] B. Elie, G. Oger, P.-E. Guillermin, B. Alessandrini, Simulation of horizontal axis tidal turbine wakes using a Weakly-Compressible Cartesian Hydrodynamic solver with local mesh refinement, *Renewable Energy*, vol. 108, pp. 336-354, 2017.
- [4] M.S. Shadloo, G. Oger, D. Le Touzé, Smoothed Particle Hydrodynamics method for fluid flows, towards industrial applications: motivations, current state, and challenges, *Computers and Fluids*, vol. 136, pp. 11-34, 2016.
- [5] L. Chiron, G. Oger, M. De Leffe, D. Le Touzé, Analysis and improvements of Adaptive Particle Refinement (APR) through CPU time, accuracy and robustness considerations, *Journal of Computational Physics*, vol. 354, pp. 552-575, 2018.
- [6] G. Ducrozet, F. Bonnefoy, D. Le Touzé, P. Ferrant, A modified High-Order Spectral method for wavemaker modeling in a numerical wave tank, *European Journal of Mechanics – B/Fluids*, Vol. 34, pp. 19-34, 2012.
- [7] G. Oger, S. Marrone, D. Le Touzé, M. de Leffe, SPH accuracy improvement through the combination of a quasi-Lagrangian shifting transport velocity and consistent ALE formalisms, *Journal of Computational Physics*, vol. 313, pp.76-98, 2016.
- [8] G. Oger, D. Le Touzé, D. Guibert, M. de Leffe, J. Biddiscombe, J. Soumagne, J.-G. Piccinalli, On Distributed Memory MPI-based Parallelization of SPH Codes in Massive HPC Context, *Computer Physics Communications*, vol. 200, pp.1-14, 2016.