



Offer #2024-07220

Etude et implémentation de méthodes Vortex pour l'étude et la conception d'hélices extractrices

The offer description below is in French

Contract type : Fixed-term contract

Renewable contract : Yes

Level of qualifications required : Graduate degree or equivalent

Other valued qualifications : M2 de mathématiques appliquées

Fonction : Temporary scientific engineer

Level of experience : From 5 to 12 years

Context

Pour concevoir des hélices d'hydrauliques ou d'éoliennes, les ingénieurs disposent de trois classes méthodes :

- Les méthodes relevant de la *Blade Element Momentum Theory*. Cette approche sans équations différentielles ou aux dérivées partielles a été introduite au début du siècle dernier. Elle consiste, après avoir discrétisé la pôle en segments, à appliquer des lois relativement élémentaires de mécanique pour mettre en adéquation un modèle global portant sur l'évolution du fluide au passage de l'hélice et un modèle d'aérodynamique (ou d'hydrodynamique) local, basé sur des données de soufflerie. Bien que très simplificatrice, cette théorie est toujours utilisée pour obtenir une première estimation du rendement d'un design. Elle a l'avantage d'être très peu coûteuse d'un point de vue computationnel.

- À l'opposé, les méthodes issues de la *computational fluid dynamic* (CFD), s'attaquent au problème complet du couplage entre un modèle fluide de haut niveau (en général, on utilise l'équation de Navier-Stokes) et la mécanique de l'hélice en rotation. Cette approche est très coûteuse, et pose de nombreux problèmes, par exemple pour définir un régime permanent.

- Entre ces deux classes, s'intercale les méthodes dites *Vortex*, qui reposent sur des simplifications de Navier-Stokes. La vitesse du fluide est décrite sous la forme du rotationnel d'un champ de vortex, dont l'évolution est calculée numériquement par la résolution d'équations de transport.

Le travail prévu sur ce poste porte sur cette dernière classe de méthodes, qui a pour l'instant peu été étudiée mathématiquement. Cette approche pose en effet de nombreuses questions. Par exemple : quelles sont les discrétisations les plus efficaces ? Quelles sont les conditions de convergence de la boucle itérative visant à décrire le couplage fluide/pôle ? Comment insérer ce modèle dans une boucle d'optimisation pour maximiser le rendement de l'hélice ?

Ce travail sera supervisé par Julien Salomon (ANGE) et Sever Hirstoaga (ALPINES). Il s'inscrira dans la construction d'une collaboration avec des ingénieurs de l'IFPEN travaillant sur la simulation d'éoliennes.

Assignment

Travail envisagé

Le travail sera découpé en 4 parties.

Étude du modèle

La première partie consistera en l'écriture d'un modèle continu pour décrire l'interaction. Ce modèle est peu explicité dans la littérature d'ingénierie, qui le décrit souvent sous forme d'algorithme de résolution d'un système discrétisé (aussi bien en temps qu'en espace). Cette situation conduit généralement à masquer les choix qui ont été faits pour la résolution numérique.

Étude de schéma de résolution

L'interaction fluide/pôle repose sur une modélisation non-linéaire et nécessite a priori une boucle itérative pour sa résolution. La littérature d'ingénierie évoque parfois des problèmes de convergence. Cette partie visera donc à éclaircir les conditions de convergence de la boucle. On pourra partir d'un modèle simplifié, éventuellement complètement discrétisé pour obtenir de premières intuitions.

Mise en oeuvre

Cette étape consistera à coder sur un exemple la méthode. Nous n'attendons pas forcément un code haute performance (Python ou Matlab/Octave peuvent être utilisés), le but est avant tout d'obtenir un outil permettant de tester les résultats obtenus dans la section précédente.

Optimisation

Enfin, disposant d'un modèle fonctionnel, nous utiliserons le code précédent dans une boucle externe d'optimisation de pôle. Cette étape nécessitera une différenciation du code obtenu dans la troisième partie.

Main activities

Principales activités :

- Etude bibliographique de la classe des méthodes Vortex
- Implémentation de la méthode sur plusieurs cas de complexité croissante
- Etude mathématique de la procédure de point fixe : contractance, caractérisation des conditions de convergence...
- Rédaction de rapport sur les résultats obtenus

Activités complémentaires :

- Echange avec les collègues de l'IFPEN utilisant ces méthodes

Skills

Compétences techniques et niveau requis : bonne connaissance des langages de calcul scientifique (Matlab, Python), maîtrise des techniques usuelles d'analyse numérique

Langues : Français, Anglais

Compétences relationnelles : capacité de synthèse

Benefits package

- Restauration subventionnée
- Transports publics remboursés partiellement
- Congés: 7 semaines de congés annuels + 10 jours de RTT (base temps plein) + possibilité d'autorisations d'absence exceptionnelle (ex : enfants malades, déménagement)
- Possibilité de télétravail (après 6 mois d'ancienneté) et aménagement du temps de travail
- Équipements professionnels à disposition (visioconférence, prêts de matériels informatiques, etc.)
- Prestations sociales, culturelles et sportives (Association de gestion des œuvres sociales d'Inria)
- Accès à la formation professionnelle
- Sécurité sociale

General Information

- **Theme/Domain** : Earth, Environmental and Energy Sciences
Scientific computing (BAP E)
- **Town/city** : Paris
- **Inria Center** : [Centre Inria de Paris](#)
- **Starting date** : 2024-04-01
- **Duration of contract** : 7 months
- **Deadline to apply** : 2024-05-31

Contacts

- **Inria Team** : [ANGE](#)
- **Recruiter** :
Salomon Julien / julien.salomon@inria.fr

About Inria

Inria is the French national research institute dedicated to digital science and technology. It employs 2,600 people. Its 200 agile project teams, generally run jointly with academic partners, include more than 3,500 scientists and engineers working to meet the challenges of digital technology, often at the interface with other disciplines. The Institute also employs numerous talents in over forty different professions. 900 research support staff contribute to the preparation and development of scientific and entrepreneurial projects that have a worldwide impact.

The keys to success

Bonne capacité de communication, esprit de synthèse, recul sur les problèmes de calcul rencontrés, approche mathématique des problèmes

Warning : you must enter your e-mail address in order to save your application to Inria. Applications must be submitted online on the Inria website. Processing of applications sent from other channels is not guaranteed.

Instruction to apply

Defence Security :

This position is likely to be situated in a restricted area (ZRR), as defined in Decree No. 2011-1425 relating to the protection of national scientific and technical potential (PPST). Authorisation to enter an area is granted by the director of the unit, following a favourable Ministerial decision, as defined in the decree of 3 July 2012 relating to the PPST. An unfavourable Ministerial decision in respect of a position situated in a ZRR would result in the cancellation of the appointment.

Recruitment Policy :

As part of its diversity policy, all Inria positions are accessible to people with disabilities.