

Offre n°2024-07220

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

Type de contrat : CDD

Contrat renouvelable : Oui

Niveau de diplôme exigé : Bac + 5 ou équivalent

Autre diplôme apprécié : M2 de mathématiques appliquées

Fonction : Ingénieur scientifique contractuel

Niveau d'expérience souhaité : De 5 à 12 ans

Contexte et atouts du poste

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 pale 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/pale ? 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.

Mission confiée

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/pale 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 pale. Cette étape nécessitera une différentiation du code obtenu dans la troisième partie.

Principales activités

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

Compétences

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

Avantages

- 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

Informations générales

- **Thème/Domaine** : Sciences de la planète, de l'environnement et de l'énergie
Calcul Scientifique (BAP E)
- **Ville** : Paris
- **Centre Inria** : [Centre Inria de Paris](#)
- **Date de prise de fonction souhaitée** : 2024-04-01
- **Durée de contrat** : 7 mois
- **Date limite pour postuler** : 2024-05-31

Contacts

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

A propos d'Inria

Inria est l'institut national de recherche dédié aux sciences et technologies du numérique. Il emploie 2600 personnes. Ses 215 équipes-projets agiles, en général communes avec des partenaires académiques, impliquent plus de 3900 scientifiques pour relever les défis du numérique, souvent à l'interface d'autres disciplines. L'institut fait appel à de nombreux talents dans plus d'une quarantaine de métiers différents. 900 personnels d'appui à la recherche et à l'innovation contribuent à faire émerger et grandir des projets scientifiques ou entrepreneuriaux qui impactent le monde. Inria travaille avec de nombreuses entreprises et a accompagné la création de plus de 200 start-up. L'institut s'efforce ainsi de répondre aux enjeux de la transformation numérique de la science, de la société et de l'économie.

L'essentiel pour réussir

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

Attention: Les candidatures doivent être déposées en ligne sur le site Inria. Le traitement des

Consignes pour postuler

Sécurité défense :

Ce poste est susceptible d'être affecté dans une zone à régime restrictif (ZRR), telle que définie dans le décret n°2011-1425 relatif à la protection du potentiel scientifique et technique de la nation (PPST). L'autorisation d'accès à une zone est délivrée par le chef d'établissement, après avis ministériel favorable, tel que défini dans l'arrêté du 03 juillet 2012, relatif à la PPST. Un avis ministériel défavorable pour un poste affecté dans une ZRR aurait pour conséquence l'annulation du recrutement.

Politique de recrutement :

Dans le cadre de sa politique diversité, tous les postes Inria sont accessibles aux personnes en situation de handicap.