



Offre n°2024-07256

Post-Doctorant F/H Méthodes cut-cells avec interfaces minces dans le logiciel OpenRadioss

Type de contrat : Fixed-term contract

Niveau de diplôme exigé : PhD or equivalent

Fonction : Post-Doctoral Research Visit

A propos du centre ou de la direction fonctionnelle

Le centre Inria d'Université Côte d'Azur regroupe 37 équipes de recherche et 8 services d'appui. Le personnel du centre (500 personnes environ) est composé de scientifiques de différentes nationalités, d'ingénieurs, de techniciens et d'administratifs. Les équipes sont principalement implantées sur les campus universitaires de Sophia Antipolis et Nice ainsi que Montpellier, en lien étroit avec les laboratoires et les établissements de recherche et d'enseignement supérieur (Université Côte d'Azur, CNRS, INRAE, INSERM ...), mais aussi avec les acteurs économiques du territoire.

Présent dans les domaines des neurosciences et biologie computationnelles, la science des données et la modélisation, le génie logiciel et la certification, ainsi que la robotique collaborative, le Centre Inria d'Université Côte d'Azur est un acteur majeur en termes d'excellence scientifique par les résultats obtenus et les collaborations tant au niveau européen qu'international.

Contexte et atouts du poste

Contexte

Dans le cadre d'une collaboration Acumes et l'entreprise Altair, avec un cofinancement AMIES, l'objectif est de développer les schémas de type cut-cell dans le logiciel OpenRadioss, en vue de la simulation de charges creuses et de problèmes d'interaction fluide-structure rapides.

L'entreprise Altair développe le code propriétaire Radioss depuis plus de 30 ans pour l'optimisation et l'évaluation des performances de produits sur des problèmes hautement non-linéaires et soumis à des chargements dynamiques. Depuis septembre 2022, Altair propose une version open-source de Radioss, OpenRadioss, dirigée vers le codéveloppement avec le monde académique et les développeurs externes. Le but est de faciliter le développement et l'intégration de nouvelles fonctionnalités dans le code open-source OpenRadioss, dont les versions stabilisées et validées seraient ensuite intégrées dans le code propriétaire Radioss. Il est également envisagé que ce code pourra fournir un outil de référence aux chercheurs souhaitant développer des applications dans ce domaine. Le code open-source est fourni avec l'environnement d'intégration continue et les fonctionnalités de parallélisation du code propriétaire actuel. Le pré- et post-traitement peut être effectué avec des outils open-source tels que Gmsh et Paraview.

Les applications recherchées sont la simulation numérique de problèmes d'interaction fluide-structure à dynamique rapide et fortes non-linéarités, telles que les crash-tests automobiles (déformations plastiques à l'impact, pliage et déploiement d'airbag), le ditching (amerrissage ou impact sur plan d'eau de la proue d'un navire), effets d'explosions (mines, explosions aériennes ou sous-marines, balistique terminale). Un point d'intérêt particulier est la simulation de charges creuses, où le suivi des interfaces matérielles est crucial pour correctement capturer la dynamique du problème. Parmi les méthodes utilisées actuellement, la résolution numérique utilise des schémas ALE (déformation de maillage), CEL (couplage Euler-Lagrange par pénalisation) et SPH (formulation particulaire). Les méthodes SPH forment une classe à part que nous n'évoquerons pas ici. Les méthodes ALE sont bien adaptées à la prise en compte de petites déformations du domaine fluide, mais en cas de grandes déformations (cas d'intérêt ici), les déformations du maillage induites sont trop grandes pour permettre de garder une bonne qualité de maillage, nécessitant un remaillage complet ou local, ce qui peut être extrêmement coûteux dans un contexte industriel. Au contraire, les méthodes CEL permettent la prise en compte de géométries complexes même en cas de fortes déformations, car la grille fluide est fixe et la structure impose faiblement la non-pénétration du fluide à l'interface. Cependant, cette non-pénétration n'est pas parfaite, et les paramètres de pénalisation peuvent être délicats à régler pour l'utilisateur sur un problème donné. Une amélioration tentée mais non-aboutie a conduit à écrire un schéma ALE sur cellules coupées (de part et d'autre de l'interface, avec doublement des degrés de liberté fluides) avec reconstruction d'une surface approchée selon des méthodes de type marching-cube. Si une amélioration était constatée sur de nombreux exemples, il n'était pas possible de prendre en compte des interfaces complexes (plusieurs interfaces par cellules, pointes et arêtes vives, présence de plus de deux fluides).

Par ailleurs, l'équipe-projet commune COFFEE (Inria - Université Côte d'Azur) a développé dans le cadre de la thèse de Nadine Dirani (financement ANR JCJC PRECIS, PI Laurent Monasse) un schéma de couplage fluide-structure avec prise en compte de l'auto-contact de la structure pour des applications à la sécurité

(évaluation d'effets d'explosions et vol balistique). Ce schéma utilise une méthode cut-cells qui fonctionne sur un principe similaire aux méthodes ALE sur cellules coupées : la grille fluide est considérée comme fixe, et la présence du solide impose des conditions supplémentaires aux cellules coupées. Une différence avec les méthodes ALE sur grilles coupées est l'utilisation d'une quantité additionnelle prenant en compte le mouvement de l'interface sur la grille fluide. Ces conditions sont formulées par la conservation locale des quantités conservatives du fluide (masse, quantité de mouvement, énergie), avec prise en compte exacte du bilan d'énergie dans le couplage fluide-structure : le schéma conserve masse fluide, quantité de mouvement et énergie totale du système couplé. Cependant, une limitation actuelle de la méthode est la nécessité d'avoir un solide d'épaisseur au moins une maille fluide : en effet, le calcul repose sur des volumes et surfaces d'intersection entre la domaine solide et les mailles fluides.

Problématique

Nous souhaiterions étudier si les méthodes cut-cells développées à l'Inria pourraient être combinées avec les méthodes ALE sur mailles coupées développées dans OpenRAIDOSS, afin d'améliorer la prise en compte de l'interaction multifluide et fluide-structure dans des cas complexes (en particulier avec des applications aux problèmes de charges creuses), qui sont les cas d'applications industrielles actuelles des clients d'Altair. L'objectif serait d'étudier la faisabilité, en 2d, 2d axisymétrique et 3d à terme, de l'approche cut-cells pour traiter l'évolution de problèmes multifluides. L'approche proposée a *a priori* l'avantage, contrairement aux méthodes ALE multimatériaux, Lagrange+projection et VOF, de ne pas recourir à un mélange de phases et traite chaque phase séparément de façon Eulérienne ; l'interface matérielle est suivie de façon Lagrangienne sans nécessiter de remaillage de type ALE. La question est celle de la faisabilité industrielle : le surcoût lié aux intersections géométriques et au suivi lagrangien de l'interface est-il compensé par une meilleure précision des résultats dans les cas d'intérêt ?

Mission confiée

- Comparaison des schémas cut-cells et ALE sur mailles coupées pour déterminer si elles sont bien équivalentes ou si des différences persistent. Choix de la méthode finalement retenue.
- Définition du mouvement de déformation de l'interface par advection par la vitesse du fluide : conditions de remaillage local pour garder un raffinement quasi-uniforme, auto-contact et changement de topologie de l'interface.
- Implémentation d'une des deux méthodes avec suivi exact d'interface mince : définition des notions d'intérieur/extérieur sur structure mince fermée, implémentation de la méthode d'intersection exacte rapide entre une maille fluide et une interface polyédrique. Un premier test en deux dimensions d'espace pourra être un premier test de faisabilité, en particulier sur un cas-test bi-fluide (interaction choc/bulle).
- Extension du schéma au cas des liaisons en T : définition des trois (ou plus) domaines et écriture du schéma sur chacun d'eux, en gardant la généralité de l'approche pour un nombre de phases arbitraire. Validation sur cas-test multimatériau en 2d.
- Test de la méthode sur un cas-test de charge creuse (explosif, cuivre et air) avec formation de jet. Validation par rapport à l'état de l'art, et comparaison avec des approches alternatives (ALE multimatériaux, SPH, Lagrange+projection, VOF...).
- Interaction fluide-structure avec coques : ajout de structures minces pour la description de l'interface (non plus simplement advectée par le mouvement du fluide, mais avec son inertie propre).
- Suivi d'interfaces non fermées : question de la définition d'un intérieur/extérieur, ou plutôt de deux domaines séparés par l'interface, en particulier en bord d'interface. Applications aux plaques minces.

Principales activités

- Développement dans le code OpenRadioss
- Rédiger des articles dans des revues scientifiques internationales
- Présenter les résultats obtenus dans des conférences internationales

Compétences

Compétences techniques et niveau requis : Fortran/C/C++

Langues : Français et/ou anglais

Compétences relationnelles : Capacité à communiquer des résultats scientifiques, autonomie, créativité

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 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
- Participation mutuelle (sous conditions)

Rémunération

Salaire : 2788 € brut mensuel

Informations générales

- **Thème/Domaine** : Numerical schemes and simulations
Scientific computing (BAP E)
- **Ville** : Sophia Antipolis
- **Centre Inria** : [Centre Inria d'Université Côte d'Azur](#)
- **Date de prise de fonction souhaitée** : 2024-09-01
- **Durée de contrat** : 1 year
- **Date limite pour postuler** : 2024-07-01

Contacts

- **Équipe Inria** : [ACUMES](#)
- **Recruteur** :
Monasse Laurent / laurent.monasse@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

Le candidat devra être titulaire d'une thèse en mathématiques appliquées ou en mécanique des fluides numérique. Des notions sur les méthodes Volumes finis, la connaissance du Fortran/C/C++, de MPI et du HPC seront fortement appréciées.

Attention: Les candidatures doivent être déposées en ligne sur le site Inria. Le traitement des candidatures adressées par d'autres canaux n'est pas garanti.

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.