

Sujet Post-doctoral

Développement et validation d'une méthode Lagrangienne continue multi-phases pour la modélisation des explosions en champ proche

Contexte :

L'analyse du comportement des structures soumises à des sollicitations extrêmes telles des explosions en champ proche est un enjeu crucial dans de nombreux domaines civils et militaires.

Dans le domaine militaire, les véhicules de transport peuvent en effet être exposés sur les théâtres d'opérations à des explosions de mines enterrées. Ce type d'agression est très critique pour la conception des véhicules et fait d'ailleurs l'objet d'une norme STANAG 4569.

Dans le domaine civil, la sécurité des bâtiments face aux explosifs (au contact, enfouis, ...) est désormais prise en compte par de nombreux industriels et nécessite une conception architecturale spécifique.

Néanmoins, d'autres thématiques civiles sont en lien direct avec les problématiques d'explosion en champ proches comme la mise en forme par explosif de pièces aéronautiques ou la fragmentation par explosion de roches dans le domaine minier.

La mise en œuvre expérimentale d'explosion en champ proche est très coûteuse et donc souvent limitée à quelques cas de certification. Il est donc nécessaire pour les industriels ou organismes étatiques de réaliser des modèles numériques [1]. Or, le traitement numérique des explosions en champs proches est une thématique complexe. En effet, les couplages forts entre structure et explosifs, les différentes phases et échelles sont les principales difficultés à surmonter afin d'envisager une modélisation robuste. De fait, aucun code de calcul industriel ne peut actuellement prétendre traiter de manière robuste la fragmentation par explosion, l'explosion d'une mine enfouie, ou l'explosion d'une charge à l'interface air/eau/structure. Or ces configurations correspondent aux applications stratégiques militaires et civiles que nous venons d'exposer.

Ce sujet s'appuie sur l'utilisation/développement de méthodes numériques très innovantes :

- Méthode éléments finis d'ordre élevé robustes : convergence rapide, stable, pas d'hourglass, pas de verrouillage en cisaillement, faible sensibilité au ratio d'aspect
- Méthode corpusculaire (gros grain multi-échelle) : calculs rapides HPC-GPU, très précis pour le traitement des explosions en champs proche, couplage avec éléments finis et éléments discrets
- Méthode sans-maillage volumes finis : stable, précision du champ de pression

Nous proposons en particulier dans le cadre de ce sujet post-doctoral de démontrer les capacités de la méthode SPH à apporter une description quantitative de l'explosion d'une mine enterrée.

Travaux proposés :

Les axes de travail sont définis comme suit :

1. Développement d'une approche SPH stable pour le traitement de grand ratio de masses volumiques (air, sol, explo par exemple) : approche multi-phases directe
2. Développement d'un formalisme type fraction volumique SPH : approche multi-phases diffuse
3. Implémentation du modèle de comportement de sol DGA
4. Mise au point d'un modèle 2D axisymétrique représentatif des essais DGA
5. Analyse des temps de calcul, conservation de l'énergie et précision des approches proposées
6. Portage d'une version 3D GPU de l'approche la plus pertinente



Figure : exemple de modélisation d'explosion de mine enterrée.

Pour réaliser ce travail à l'IMT (MIP/INSA) Toulouse en collaboration avec la société IMPETUS AFEA, nous recherchons un jeune docteur en mathématiques appliquées ou mécanicien spécialiste en modélisation numérique. En plus de solides connaissances dans sa spécialité, le candidat devra posséder de bonnes compétences en programmation en langage Fortran, C et C++ et CUDA. De plus, il devra présenter des qualités de rigueur scientifique et d'organisation, des capacités de synthèse rédactionnelle et un goût prononcé pour le travail en équipe. Ces travaux pourront faire l'objet de publication dans des revues scientifiques. Enfin, la rémunération brute est entre 30000 et 35000 € annuel (suivant l'expérience).

[1] Roger, Eve, Mines buried in dry and saturated soils : blast experiments, soil modeling and simulations, Thèse de doctorat Matériaux, mécanique, génie civil, électrochimie Grenoble Alpes 2015, <http://www.theses.fr/2015GREAI054/document>

Contacts :

Jean-Paul Vila (IMT/MIP/INSA , mel : vila@insa-toulouse.fr)

Jerôme Limido (IMPETUS AFEA, mel : jerome@impetus-afea.com)