

Contenu archivé le 2024-05-28



Space-Time Methods for Multi-Fluid Problems on Unstructured Meshes

Résultats en bref

Utiliser les mathématiques appliquées pour résoudre des problèmes réels

Qu'ont de commun les tsunamis, le flux du sang dans nos veines, la fusion nucléaire, les tremblements de terre, le bruit des avions et l'énergie propre? Selon le projet STIMULUS, financé par l'UE, ce sont des systèmes non linéaires obéissant aux lois de conservation hyperboliques qui partagent tous une formulation mathématique commune.



ÉNERGIE



RECHERCHE
FONDAMENTALE



© Iakov Filimonov, Shutterstock

Universellement acceptées, les lois de conservation telles que la conservation de la masse, de la quantité de mouvement et de l'énergie, figurent parmi les principes les plus puissants que la physique met à notre disposition pour décrire et comprendre les phénomènes réels. D'un point de vue mathématique, le principe de la conservation conduit aux équations différentielles partielles non linéaires (EDP), dont la complexité est telle que leur résolution exacte n'est en général

pas possible. En utilisant des techniques appropriées, elles peuvent cependant être résolues de façon approximative sur un ensemble fini de points ou d'éléments discrets (en l'occurrence, le maillage de calcul).

Cette étape, qui consiste à partir des équations originales pour aller vers une solution du problème simplifié dans un maillage de calcul, et qu'on appelle discrétisation, débouche sur des méthodes numériques pour la solution des EDP. «Les premières méthodes numériques remontent à l'époque de Newton et d'Euler, mais c'est seulement avec l'avènement des ordinateurs modernes que les EDP non linéaires complexes décrivant la conservation de la masse, de la quantité de mouvement et de l'énergie peuvent être résolues dans des délais acceptables et pour des cas pratiques», explique Michael Dumbser, coordinateur du projet.

Le projet STIMULUS, mené à l'Université de Trente en Italie, a développé des nouvelles méthodes universelles pour résoudre les lois de conservation hyperbolique, qui peuvent être appliquées à un grand nombre de problèmes différents. Il a pour cela unifié en un cadre plus général deux approches traditionnellement distinctes des lois de conservation non linéaires: la méthode des volumes finis et la méthode des éléments finis.

L'universalité des mathématiques

Parmi les principales réalisations du projet figurent une analyse théorique et les premières solutions numériques à une nouvelle formulation universelle de la mécanique des milieux continus. Selon M. Dumbser, cette avancée permettra pour la première fois aux chercheurs de décrire les fluides et les solides avec le même système d'EDP. «Ces nouvelles méthodes numériques sont extrêmement précises et nous permettent de résoudre les lois de conservation dans des géométries complexes et dans le cadre de nombreuses applications», déclare-t-il. «C'est ainsi que nous avons développé des algorithmes très efficaces et précis pouvant être utilisés pour simuler la génération et la propagation des ondes acoustiques dans des géométries aussi complexes que les réacteurs d'avion, ce qui contribuera à réduire les nuisances sonores dues aux avions.»

M. Dumbser explique qu'il est possible d'utiliser ces mêmes algorithmes pour modéliser les vagues de tsunami ou simuler les ondes sismiques parcourant la Terre, ce qui permettrait aux scientifiques de mieux prédire les effets des séismes. «On peut donc utiliser les mêmes algorithmes numériques que ceux développés pour la simulation du bruit des avions, mais dans des domaines complètement différents», déclare M. Dumbser. «C'est possible grâce à une même formulation mathématique universelle du problème, considéré comme un système des lois de conservation.»

En utilisant la même approche mathématique, le projet a également développé de nouveaux modèles pour simuler les flux de plasma se produisant dans le contexte de la fusion par confinement inertiel (FCI). Selon M. Dumbser, une difficulté majeure des expériences de FCI tient aux instabilités complexes de flux se produisant avant le processus de fusion. Pour relever ce défi, le projet STIMULUS a proposé de nouvelles techniques mathématiques permettant de mieux comprendre la physique

de ces instabilités de flux et, sur le long terme, de trouver de nouvelles stratégies pour les contrôler et les réduire.

Vers une mise sur le marché

Les chercheurs travaillent actuellement pour mettre sur le marché les résultats du projet. «L'idée est d'utiliser nos nouveaux systèmes lagrangiens d'ordre élevé sur des maillages non structurés en mouvement, pour la simulation de machines rotatives comme les turbines à gaz, éoliennes et hydrauliques, qui sont les principaux systèmes mécanique utilisés produire de l'électricité», explique M. Dumbser. «Nos nouveaux algorithmes sont beaucoup plus précis que les algorithmes traditionnels. Ils permettent également de résoudre de très petits phénomènes d'écoulement, comme les turbulences se produisant dans des géométries complexes.»

Le projet espère parvenir à une validation de principe au cours de l'année 2017.

Mots-clés

[STIMULUS](#)

[fusion par confinement inertiel \(FCI\)](#)

[géométries](#)

[mathématiques](#)

[mécanique des milieux continus](#)

[lois de conservation](#)

[masse](#)

[quantité de mouvement](#)

[énergie](#)

[maillage de calcul](#)

Découvrir d'autres articles du même domaine d'application



[De nouvelles descriptions mathématiques pour garder une longueur d'avance sur les courbes](#)

5 Mai 2020





Les mathématiques apportent une solution au problème de la circulation automobile

27 Septembre 2020



Mesurer et comprendre les oscillations de la Terre avec une plus grande précision

26 Février 2021



Les mathématiques fournissent une image plus claire du monde physique

14 Octobre 2022



Informations projet

STIMULUS

N° de convention de subvention: 278267

Projet clôturé

Date de début

1 Novembre 2011

Date de fin

31 Octobre 2016

Financé au titre de

Specific programme: "Ideas" implementing the Seventh Framework Programme of the European Community for research, technological development and demonstration activities (2007 to 2013)

Coût total

€ 918 000,00

Contribution de l'UE

€ 918 000,00

Ce projet apparaît dans...

MAGAZINE RESEARCH*EU



Extreme space weather:
let's get ready

Dernière mise à jour: 15 Mars 2017

Permalink: <https://cordis.europa.eu/article/id/191263-solving-real-world-problems-with-applied-mathematics/fr>

European Union, 2025