

Journée du LRC Anabase avec MARGAU_x



Report of Contributions

Contribution ID: 1

Type: **not specified**

Introduction et bilan 2022

Monday, December 5, 2022 8:30 AM (30 minutes)

La direction d'Anabase fera une introduction à la journée et présentera un bilan chiffré et technique et présentera les nouveaux arrivants permanents.

Presenter: LA DIRECTION

Contribution ID: 2

Type: **not specified**

Un algorithme innovant de détection des contacts 2D/3D dans le cadre de la dynamique des solides déformables

Monday, December 5, 2022 9:00 AM (30 minutes)

Dans le cadre de la modélisation et la simulation numérique de la dynamique des solides déformables, la gestion des contacts entre matériaux est souvent un enjeu majeur pour la performance et la robustesse des codes de calculs. C'est en particulier le cas de la phase de détection des contacts. Plusieurs algorithmes existent dans la littérature, la plupart s'appuyant principalement sur la détection de collision/pénétration via une technique node-to-segment (NTS) (voir [5–7,9,10] ainsi que les références qui y figurent). En cas de collision, on pénalise la solution dans le sens de la normale extérieure des faces où la pénétration a été détectée, afin de forcer la non pénétration. Même si cette technique permet d'obtenir des résultats satisfaisants, elle ne renseigne pas sur le temps et la position exacte du contact. De plus, pour des géométries particulièrement complexes, le coût de l'algorithme augmente et peut conduire à des solutions physiquement non acceptables. Une autre méthode de détection de contact assez largement utilisée est la méthode dite pinball [2–4]. Connaissant la géométrie des éléments, on définit un pinball (sphère ou cercle) associé à chaque élément. Ensuite, le contact est détecté en comparant la distance entre les pinballs. De même que pour la précédente méthode, en cas de contact, une pénalisation est appliquée afin de forcer la non pénétration.

Cette méthode est utilisée dans EUROPLEXUS 2 [1, 4, 8]. Cependant, de part sa nature, les interfaces des pinballs ne correspondent pas exactement aux interfaces des matériaux, la détection de contact n'est pas exacte dans l'espace discret.

Pour répondre à ces problèmes, nous proposons dans cette présentation un nouvel algorithme qui s'appuie sur le théorème de Thalès, et valide aussi bien en 2D qu'en 3D. Cette technique que nous appellerons le CETT (Continuous Extension of the Thales Theorem) permet de détecter le temps et la localisation du contact avec une grande précision. En particulier, en mettant à jour correctement le pas de temps, on peut évaluer la solution au moment du contact, et ainsi mieux approximer la réponse des deux matériaux en contact. Après avoir présenté en détail cet algorithme, nous montrerons sa robustesse grâce à plusieurs tests en deux et trois dimensions d'espace.

References

- [1] A. Beccantini, F. Bliard, P. Bouda, S. de Lambert, F. Drui, P. Galon, O. Jamond, and N. Lelong. EUROPLEXUS : un code de référence pour la dynamique rapide et l'interaction fluide-structure. In CSMA 2022 - 15ème Colloque National en Calcul des Structures, Giens, France, May 2022.
- [2] T. Belytschko and M. O. Neal. Contact-impact by the pinball algorithm with penalty and lagrangian methods. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 31(3):547–572, 1991.
- [3] T. Belytschko and I. Yeh. The splitting pinball method for contact-impact problems. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 105(3):375–393, 1993.
- [4] F. Casadei, B. Langrand, M. Larcher, and G. Valsamos. Pinball-based contact-impact model with parabolic elements in europlexus, 01 2014.
- [5] R. Dimitri and G. Zavarise. Isogeometric treatment of frictional contact and mixed mode debonding problems. *Computational Mechanics*, 60:1–18, 08 2017.
- [6] T. Duong, L. De Lorenzis, and R. Sauer. A segmentation-free isogeometric extended

mortar contact method. *Computational Mechanics*, 63, 02 2019.

[7] F. Fahrendorf and L. De Lorenzis. The isogeometric collocated contact surface approach. *Computational Mechanics*, pages 1–18, 07 2022.

[8] E. Team and P. Galon. EUROPLEXUS A Computer Program for the Finite Element Simulation of Fluid-Structure Systems under Transient Dynamic Loading. 06 2015.

[9] G. Zavarise and L. De Lorenzis. The node-to-segment algorithm for 2d frictionless contact: Classical formulation and special cases. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering - COMPUT METHOD APPL MECH ENG*, 198:3428–3451, 09 2009.

[10] G. Zavarise and L. De Lorenzis. The contact patch test for linear contact pressure distributions in 2d frictionless contact. *Lecture Notes in Applied and Computational Mechanics*, 58, 01 2011.

Presenter: MICHEL, Sixtine (CEA Cesta)

Contribution ID: 3

Type: **not specified**

A novel implicit finite volume scheme for hypersonic steady flow problems

Monday, December 5, 2022 10:30 AM (30 minutes)

Implicit time discretization in computational fluid dynamics to compute steady state solution of hypersonic flows was a field of researches in the 70's-80's. Since then, only few novel methods have arised. It is suitable for computational efficiency to use implicit finite volume schemes to solve steady state for hyperbolic systems, because theoretically these schemes do not suffer from timestep restrictions to guarantee stability, unlike the explicit ones. Nonetheless, CFL like restrictions are still required in practice, especially for stiff numerical test cases such as high Mach number stationary flow with bow shocks around obstacles. Nowadays, the well-known Yee's method [3] is commonly used to solve CFD problems the implicit way. However, this method has no formal theoretical basis for systems of conservation laws [1]. Consequently, the increase of time step is driven by several ad-hoc parameters depending on the test case. The purpose of this presentation is to first study the mathematical environment of implicit finite volume schemes to enlight their weaknesses. Secondly, we will propose a new approach based on a more adequate linearization presented for the Roe scheme [2] for convenience, but in a general framework of finite volume schemes. The new method aims to be more robust and possibly more efficient regarding timestep restrictions. Numerical results will assess this study.

[1] A. Harten. High resolution schemes for hyperbolic conservation laws. *Journal of Computational Physics*, 135:260–278, 1997.

[2] P. L. Roe. Approximate riemann solvers, parameter vectors and difference schemes. *Journal of Computational Physics*, 43, 357-372, 1981.

[3] H.C. Yee. A class of high-resolution explicit and implicit shock capturing methods. *CFD, Lecture Series*, Von Karman Institute for Fluid Dynamics, 1989-04.

Presenter: COSSART, Benoît (IMB/CEA)

Contribution ID: 4

Type: **not specified**

Amélioration d'une méthode de frontières immergées pour la simulation d'écoulements turbulents autour de géométries complexe

Monday, December 5, 2022 2:00 PM (30 minutes)

Presenter: CONSTANT, Benjamin (IMB/ONERA)

Contribution ID: 5

Type: **not specified**

An entropic asymptotic preserving scheme for the M1 model based on the Unified Gas Kinetic Scheme

Monday, December 5, 2022 2:30 PM (30 minutes)

Kinetic equations appears in many field of study (radiative transfer, rarefied-gas dynamics, etc) to model particles transport. The multi-scale nature of those equations leads to numerical challenges in terms of asymptotic behaviour to recover all Knudsen number flows. Considering this challenge, the UGKS (Unified Gaz Kinetic scheme) has been developed by K. Xu for the BGK model. This characteristic based scheme correctly captures both the continuum and rarefied flow regimes, with a time step much larger than the collision time. However, the problem's dimension induces a huge computational cost.

Under certain assumptions, moments models of those kinetic equations allow to reduce the velocity space dimension by assuming the distribution function shape. Elaborating robust asymptotic preserving schemes for those models is also challenging. Following L. Mieussens work on an adaptation of UGKS to a linear kinetic model of radiative transfer theory, we propose a new numerical scheme based on UGKS for the associated M1 model. We prove that this new scheme preserves the moments achievability and ensures the entropy decreases.

Presenter: VIGIER, Thomas (IMB/CEA Cesta)

Contribution ID: 6

Type: **not specified**

Interactions choc-particule.

Presenter: AMOROSETTI, Julien (IMB/ONERA)

Contribution ID: 7

Type: **not specified**

Simulation d'écoulements diphasique compressible et interaction fluide - paroi

Monday, December 5, 2022 1:30 PM (30 minutes)

Dans cet exposé nous présentons nos travaux sur la simulation numérique d'écoulement diphasique compressible, en particulier ceux concernant en cours sur l'érosion d'une paroi occasionnée par le collapse d'une ou plusieurs bulles d'air dans de l'eau.

Il s'agit dans un premier temps de présenter le modèle utilisé pour modéliser l'écoulement diphasique. Dans un deuxième temps, nous présentons le traitement de la présence d'une paroi à l'aide de deux méthodes dites de frontières immergées. Un passage par le monde du HPC est proposé afin de montrer une intégration simple et efficace sur une architecture de supercalculateur hétérogène. Enfin une illustration des travaux en cours de traitement sur une simulation du collapse d'un réseau de bulles proche d'une paroi est fournie.

Primary author: PARNAUDEAU, Philippe (Pprime)

Presenters: GONCALVES, Eric; MENEZ, Lucas; PARNAUDEAU, Philippe (Pprime)

Contribution ID: 8

Type: **not specified**

Current and future research lines: Walter Boscheri in 25 minutes

Monday, December 5, 2022 11:30 AM (30 minutes)

Walter Boscheri va passer l'année 2023 à l'IMB il va présenter ses travaux et sujets sur lesquels il peut être un partenaire privilégié.

In this talk I briefly introduce myself by presenting the main lines of research which I am currently working on. The first part of the talk is devoted to the problems tackled so far, namely high order numerical schemes on moving meshes, semi-implicit asymptotic preserving schemes, semi-Lagrangian methods and numerical algorithms for the solution of kinetic equations in the context of rarefied gas dynamics as well as epidemic spreading in social dynamics. The second part of this presentation will provide an outlook to future research topics to be carried out mainly in Bordeaux during my visiting period in the next year. Lagrangian schemes on curvilinear meshes, structure preserving methods for plasma flows and hyperelasticity, and entropy stable algorithms are some of the foregoing research activities.

Presenter: BOSCHERI, Walter (Ferrara (Italie))

Contribution ID: 9

Type: **not specified**

Optimisation de réseaux de neurones du point de vue de la théorie de la stabilité

Monday, December 5, 2022 9:30 AM (30 minutes)

Les réseaux de neurones ont récemment été utilisés pour remplacer des parties de codes de simulation. Dans ce contexte, les réseaux profonds ou excessivement larges ne sont pas adaptés du point de vue du temps de calcul. Dans cette perspective, ce travail a pour but de construire des réseaux légers et précis. Cependant c'est un véritable défi d'obtenir des réseaux performants à cause du grand nombre d'hyperparamètres à régler. Pour rendre cette étape moins chronophage, ce travail se concentre sur un des plus importants hyperparamètres: l'optimisation des poids. Malgré le grand nombre d'algorithmes d'entraînement disponibles dans la littérature, ils nécessitent un parfait réglage de leurs paramètres pour être fonctionnelles et rapides. Dans le but de s'abstraire de cette étape expérimentale, nous recherchons les propriétés que nous pouvons espérer d'un "bon" optimiseur dans le cas de fonctions non-convexes.

Notre approche se base sur l'analyse numérique des EDPs et met en exergue le rôle essentiel de certaines quantités énergétiques pour l'optimisation. Notre analyse débute en considérant l'optimiseur comme la discrétisation d'un système dynamique. Dès lors il est possible d'interpréter la sensibilité au point initial à partir de la stabilité au sens de Lyapunov. Imposer la décroissance des fonctionnelles de Lyapunov dans le cadre discret amène ainsi à une nouvelle méthodologie pour construire des algorithmes d'entraînement plus robustes tout en réduisant la dimension de l'espace des hyperparamètres. Ces nouveaux optimiseurs atteignent des performances supérieures à l'état de l'art sur différentes tâches classiques avec des modèles largement moins coûteux.

Presenter: BENSÄÏD, Bilel (IMB/CEA)

Contribution ID: 10

Type: **not specified**

Méthodes numérique d'ordre élevé pour la turbulence.

Monday, December 5, 2022 3:45 PM (30 minutes)

La thèse d'Anthony Bosco est cofinancée par le CEA Cesta à Pau.

Ce travail porte sur la discrétisation par méthode Galerkin discontinue des équations RANS ainsi que des modèles de turbulence à une et deux équations. Dans un premier temps, les difficultés quant à la discrétisation des termes sources dépendant du gradient de la solution sont mis en avant, et des résultats pour le modèle de Spalart-Allmaras sont exposés. Dans un second temps, la discrétisation des conditions aux limites aux parois qui apparaissent pour le modèle $k-\varepsilon$ et les modèles RSM est abordée. En particulier, l'imposition faible de ces conditions aux limites n'est pas évidente numériquement, et une approche alternative doit être adoptée.

Presenters: BOSCO, Anthony (UPPA / Inria Pau); PERRIER, Vincent (UPPA / Inria Pau)

Contribution ID: 11

Type: **not specified**

Interactions choc-particule.

Monday, December 5, 2022 4:45 PM (30 minutes)

Travaux de postdoctorat au CEA Cesta sur les interactions entre onde de choc et particules.

Presenter: AMOROSETTI, Julien (CEA Cesta)

Contribution ID: 12

Type: **not specified**

Lois de paroi à apprentissage profond pour simulations aérodynamiques

Monday, December 5, 2022 4:15 PM (30 minutes)

Étant donné la complexité des écoulements pariétaux et le large éventail de phénomènes qui peuvent être modélisés grâce à la flexibilité des réseaux neuronaux, les méthodes innovantes basées sur l'apprentissage profond présentent un potentiel indéniable dans leur application à la modélisation des écoulements en proche paroi. Une méthodologie data-driven est présentée afin de construire des modèles de paroi RANS (Reynolds-Averaged Navier-Stokes) pour simulations aérodynamiques à faible nombre de Mach. Un réseau neuronal entièrement connecté, basé sur des quantités locales non dimensionnelles (u^+ , y^+ , p^+) comme pour les approches classiques, est entraîné pour approximer la vitesse de l'écoulement dans les régions pariétales. Des données de référence sont extraites à partir d'écoulements entièrement résolus pour différents nombres de Reynolds sur différentes géométries de bosses, couvrant une gamme de gradients de pression à paroi. Le réseau neuronal est entraîné sur un sous-ensemble des données de référence et sa capacité à modéliser avec précision la région en proche paroi dans des conditions inconnues est évaluée et comparée aux données de référence. Lorsqu'il est testé dans les limites de ses capacités d'interpolation et d'extrapolation, le modèle à apprentissage profond montre une bonne robustesse et une bonne précision.

Presenter: MICHELE, Romanelli (ONERA)

Contribution ID: 13

Type: **not specified**

Un schéma numérique multi-dimensionnel pour l'hypersonique (thèse d'Agnes Chan)

Monday, December 5, 2022 5:15 PM (30 minutes)

La thèse d'Agnes Chan soutenue le 18/11 a donné lieu à certaines avancées et collaborations que nous allons mettre en avant lors de cette restitution.

Presenters: MAIRE, Pierre-Henri (IMB/CEA); LOUBERE, Raphael (Institut de Mathématiques de Bordeaux)

Contribution ID: 14

Type: **not specified**

Automatic Quad Mesh Generation Using Level-Set for CFD Simulation

Monday, December 5, 2022 11:00 AM (30 minutes)

Quad meshing is a very well-studied domain for many years. Although the problem can generally be considered solved, many approaches do not provide adequate inputs for Computational Fluid Dynamics (CFD) and, in our case, hypersonic flow simulations. Such simulations require very strong monitoring of cell size and direction. To our knowledge, engineers do this manually with the help of interactive software. In this work we propose an automatic algorithm to generate full quadrilateral block structured mesh for the purpose of hypersonic flow simulation. Therefore, we propose the following method:

1. We first discretize the boundary of the hypersonic vehicle.
2. Then we build several distance fields (level-set) in order to drive the advancing front creation of block layers [?].
3. We extract a gradient field from one of the previously computed distance field and combine it with a constant vector field that represents the flow direction to produce the vector field that captures both wall orthogonality and the flow direction.
4. The scalar field and the vector field drive the creation of a quadrilateral block structure where we create each node block in an advancing-front manner.
5. We eventually generate cells by distinguish the first block layer where we control size transition and wall orthogonality [?] and the remaining blocks where we discretize blocks using a transfinite interpolation scheme in each block. Using this approach we can handle some simulation input like the angle of attack and the boundary layer definition. We will present here 2D results of computation on a hypersonic vehicle using the meshes generated by our method.

REFERENCES

- [1] E. Ruiz-Gironés, X. Roca and J. Sarrate. The receding front method applied to hexahedral mesh generation of exterior domains. *Engineering with computers*, Vol. 28(4), pp. 391–408, 2012.
- [2] C. Roche, J. Breil and M. Olazabal. Mesh regularization of ablating hypersonic vehicles. submitted to 8th European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering (ECCOMAS), 2022.

Primary author: ROCHE, Claire (CEA Cesta)

Co-author: BREIL, Jérôme (CEA Cesta)

Presenters: ROCHE, Claire (CEA Cesta); LEDOUX, Franck (CEA DIF); BREIL, Jérôme (CEA Cesta); HOCQUELLET, Thierry (CEA Cesta)