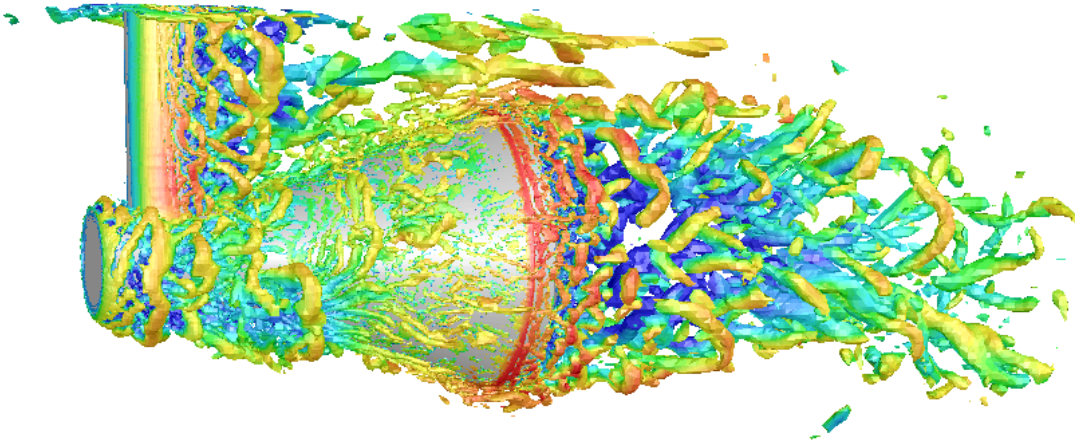


Thèse CIFRE ANSYS - LIRIS

Nouvelles représentations de données pour la simulation haute précision



Écoulement de fluide autour d'un obstacle

Contacts :

Raphaëlle Chaine, LIRIS, (raphaelle.chaine@liris.cnrs.fr)

Julie Digne, LIRIS, (julie.digne@cnrs.fr)

Yuliia Sednieva, ANSYS, (yuliia.sednieva@ansys.com)

Jean-Daniel Beley, ANSYS (jean-daniel.beley@ansys.com)

Contexte :

Ansys est un leader mondial des logiciels de simulation numérique et de conception 3D avec une expérience reconnue en modélisation numérique multiphysique. En association avec le LIRIS, Ansys propose une thèse CIFRE en analyse de données numériques portées par des maillages.

Cette initiative couvre des simulations impliquant la mécanique des structures, la mécanique des fluides, l'électromagnétisme, le transfert de chaleur, l'optique, etc., où la complexité et la précision des modèles exigent des ressources de calcul haute performance et génèrent des volumes de données très importants. Ces simulations sont réalisées à l'aide de solveurs Ansys. En s'appuyant sur l'expertise du LIRIS pour exploiter la géométrie des données en lien avec des maillages, Ansys cherche à rationaliser le stockage et l'exploitation des résultats de simulation de haute précision, facilitant leur exploitation graphique distante pendant et après le calcul, mais aussi en assurant leur archivage à long terme.

Certains types de simulations et leurs résultats sont particulièrement difficiles à compresser en raison de leur complexité et de la nature des données concernées :

- Les simulations de mécanique des structures analysent les contraintes et les déformations, en présence de comportements non réguliers tels que le contact et la plasticité. Les phénomènes impliqués sont géométriquement multi-échelle : les détails géométriques et les changements de propriétés des matériaux nécessitent des discrétisations à haute résolution portant des solutions avec des gradients locaux très élevés. On a donc recours à des simulations multi-échelles dans le domaine spatial. Quand les phénomènes simulés sont évolutifs au cours du temps s'ajoute un aspect multi-échelle en temps, avec des mouvements d'ensemble qui peuvent être de l'ordre de plusieurs secondes, alors que localement, des fréquences d'observation de plus de 10000 Hz sont nécessaires.
- Les simulations en dynamique des fluides impliquent la résolution d'équations hautement non linéaires, ce qui peut aboutir à des ensembles de données transitoires extrêmement volumineux et complexes sur des modèles qui peuvent avoir des milliards de cellules.
- Les simulations en électronique impliquent des interactions complexes de champs électromagnétiques, nécessitant souvent des maillages très raffinés pour capturer des phénomènes sur des détails géométriques pouvant être de l'ordre de quelques nanomètres sur des structures qui peuvent avoir une taille de quelques dizaines de centimètres avec des fréquences d'observations extrêmement élevées.

Nous envisageons de manipuler des ensembles de données de centaines de millions de valeurs et évoluant au fil du temps sur des centaines de pas de temps.

Dans cet objectif, la société Ansys souhaite développer des représentations compactes, sans perte ou avec un niveau de perte faible prédéfini et facilement utilisable. Pour cela, elle souhaite se rapprocher du LIRIS et des résultats obtenus sur l'exploitation de la similarité dans des données géométriques. L'un des défis sera la possibilité d'une compression à la volée, ou tout au moins avec une empreinte mémoire maîtrisée.

Sujet de thèse :

Le but de cette thèse est de mettre au point de nouvelles approches pour analyser, représenter et stocker les données de simulation haute précision obtenues sur des maillages fins (volumiques principalement, mais aussi surfaciques). Pour cela l'approche envisagée vise à décomposer le résultat de la simulation sur des bases représentatives résultant d'une analyse conjointe dite non locale. Cependant, les données générées sur des maillages ne bénéficient pas d'une structuration régulière préalable et la thèse s'intéressera aux verrous posés par cette restriction. Cette thèse comportera d'une part des aspects numériques pour analyser les données en s'affranchissant de leur support mais aussi des aspects algorithmiques pour prendre en compte la spécificité et la taille des maillages utilisés. Il sera également possible de bénéficier du pouvoir d'optimisation de réseaux de neurones légers dans un contexte de réduction de dimension des problèmes traités.

Compétences requises :

Des compétences en mathématiques appliquées et en informatique (Algorithmique, programmation C++ et Python) sont nécessaires pour cette thèse, ainsi qu'une connaissance des outils d'optimisation numériques tels que PyTorch et/ou les outils PyAnsys.

Conditions de travail :

- La doctorante ou le doctorant partagera son temps entre le LIRIS (bâtiment Nautibus, campus de La Doua, Université Lyon 1) et ANSYS (Immeuble Le Patio, rue Louis Guerin, Villeurbanne).
- Début de thèse: Septembre ou Octobre 2025
- Salaire: 31 000 EUR brut annuel

Bibliographie:

- Mallat, S. G.; Zhang, Z. (1993). “Matching Pursuits with Time-Frequency Dictionaries”. IEEE Transactions on Signal Processing. 1993 (12): 3397–3415.
- Aharon, M.; Elad, M.; Bruckstein, A.M. (2006). “The K-SVD: An Algorithm for Designing of Overcomplete Dictionaries for Sparse Representation”. IEEE Transactions on Signal Processing. 54 (11): 4311–4322.
- Bergeaud, F.; Mallat, S. (1995). “Matching pursuit of images”. Proceedings., International Conference on Image Processing. Vol. 1. pp. 53–56.
- J. Digne, R. Chaine, S. Valette, “Self-similarity for accurate compression of point sampled surfaces” Proceedings Eurographics 2014, in Computer Graphics Forum, Wiley, Vol. 33, Number 2, p.155-164,
- J. Digne, S. Valette, R. Chaine, “Sparse Geometric Representation Through Local Shape Probing”. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics 2017
- A. Hamdi-Cherif, J. Digne, R. Chaine, “Super-resolution of Point Set Surfaces using Local Similarities”, Computer Graphics Forum 2017