

## Stage Recherche - Master 2

### Représentation multi-résolution pour la visualisation scientifique interactive sur GPU

**Lieu :** Université de Strasbourg - Laboratoire ICube - Équipe d'Informatique Géométrique et Graphique (IGG).

**Supervision :**

Jonathan Sarton ([sarton@unistra.fr](mailto:sarton@unistra.fr)), Maître de Conférence

Jean-Michel Dischler ([dischler@unistra.fr](mailto:dischler@unistra.fr)), Professeur

**Mots-clés :** maillage volumique, maillage hybride, maillage d'ordre élevé, grilles non-structurées, visualisation, GPU volume ray-casting

Possibilité de **poursuivre en thèse** à partir de septembre/octobre 2023 sur un financement ANR (projet [LUM-Vis](#)).

**Contexte et motivations :**

La visualisation est une étape cruciale dans beaucoup de domaine scientifique, aussi bien pour guider la modélisation de phénomènes ou encore pour valider ou invalider des modèles. D'un autre coté, les jeux de données générées par les simulations numériques sont de plus en plus grands et complexes. Pour garantir une visualisation interactive de tels jeux de données, il est nécessaire de concevoir des représentations efficaces de ces données. En particulier, les approches de rendu multi-résolution [2, 3, 4] adaptent le niveau de détails par rapport au point de vue, et permettent ainsi de réduire la quantité de données à afficher. Dans le cadre de données scientifiques issues de simulations numériques, il est important de produire une visualisation offrant une qualité la plus fidèle possible à la précision des résultats obtenus par simulation.

Dans ce stage, nous nous intéresserons à **la mise en place d'une approche multi-résolution sur des données volumiques complexes** par leur nature et leur taille. Cette représentation a pour but d'être intégrée à un **algorithme GPU de rendu volumique direct par lancer de rayon** [1].

**Objectifs du stage :**

L'objectif principal de ce stage est de proposer une représentation multi-résolution adaptée à des maillages volumiques pour leur visualisation interactive. Nous considérerons des maillages :

- non-structurés (grille de polyèdres)
- de grande dimension (de  $10^6$  à  $10^9$  cellules)
- hybrides (cellules avec géométries différentes : tétraèdre, hexaèdre, prisme ...)
- non linéaires (maillage d'ordre élevé)

La contrainte étant de pouvoir intégrer cette représentation à une approche out-of-core GPU déjà en place qui permet de manipuler interactivement des maillages de très grande dimension [5]. Pour l'instant, cette méthode est uniquement adaptée à des grilles de voxels (grilles régulières 3D).

Afin de répondre à cet objectif, il sera premièrement nécessaire de prendre connaissance de l'approche out-of-core mise en place d'une part, et d'étudier la bibliographie sur les méthodes de représentation multi-résolution de maillages volumiques d'autre part. Sur la base de ces études préliminaires, il s'agira de proposer une implémentation d'une représentation multi-résolution adaptée aux maillages décrits ci-dessus, dans un contexte de visualisation interactive par lancer de rayon volumique. Il sera également étudié la faisabilité et l'intérêt de l'implémentation de cette solution sur GPU (avec CUDA par exemple). La validation pourra se faire sur des données réelles, issues de simulations numériques développées par des équipes de recherche du laboratoire IRMA de l'université de Strasbourg ou encore en provenance du CEA.

### **Profil du candidat :**

- Master 2 ou école d'ingénieur en informatique
- Un intérêt pour la 3D, la visualisation, la géométrie, le calcul parallèle, et plus généralement pour l'informatique et les mathématiques est requis.
- Le stagiaire doit être à l'aise avec la programmation C++ et une connaissance en programmation GPU avec CUDA serait un plus.

Les candidats sont invités à envoyer une lettre de motivations et un CV à Jonathan Sarton (sarton@unistra.fr). Nous vous encourageons à nous contacter par e-mail pour toutes questions ou pour avoir des précisions sur le sujet.

### **Références :**

[1] G. Marmitt, H. Friedrich, and P. Slusallek. *Interactive Volume Rendering with Ray Tracing*. In *Eurographics State of the Art Reports*, 2006.

[2] L. Untereiner, P. Kraemer, D. Cazier, D. Bechmann. CPH: a compact representation for hierarchical meshes generated by primal refinement. *Computer Graphics Forum*, Volume 34, Number 8, Pages 155-166, November 2015.

[3] L. De Floriani, L. Kobbelt, et E. Puppo, « A Survey on Data Structures for Level-of-Detail Models », in *Advances in Multiresolution for Geometric Modelling*, N. A. Dodgson, M. S. Floater, et M. A. Sabin, Éd. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005, p. 49-74.

[4] G.-P. Bonneau, « *Multiresolution pour la Visualisation Scientifique* », thesis, Université de Grenoble, 2000. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01064669>

[5] J. Sarton, N. Courilleau, Y. Remion, et L. Lucas, « Interactive Visualization and On-Demand Processing of Large Volume Data: A Fully GPU-Based Out-of-Core Approach », *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 26, n° 10, p. 3008-3021, oct. 2020