

Introduction à la méthode des volumes finis

Présentation du cours

Luc Mieussens

Septembre 2025

Méthodes numériques pour les EDP

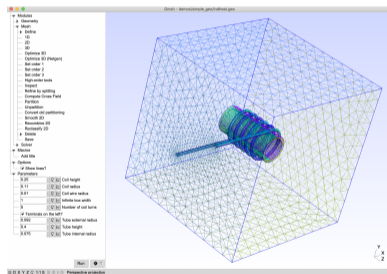
- Rappel 1A (S6) : méthode des différences finies
 - construction, analyse, et implémentation de la méthode des différences finies pour la résolution numérique d'EDP
 - restriction : maillages et géométries cartésiennes
- But des cours de 2A : même démarche pour deux méthodes plus générales
 - méthode des volumes finis (S7)
 - méthode des éléments finis (tronc commun S8 + option analyse des structures, S8)

Méthode des volumes finis

- méthode numérique la plus utilisée pour la mécanique des fluides
- basée sur une formulation intégrale des EDP
- méthode adaptée à toutes les *lois de conservation*
- applicable aux géométries complexes non cartésiennes
- utilisation d'outils de bases de l'analyse numérique :
 - intégration numérique
 - différences finies
 - schémas pour équations différentielles
 - analyse matricielle, etc.
- nécessite de nouveaux outils informatiques et théoriques :
 - logiciels de maillage (mailleurs)
 - logiciels de visualisation
 - concepts théoriques (solutions non dérivables d'EDP)

Nouveaux outils

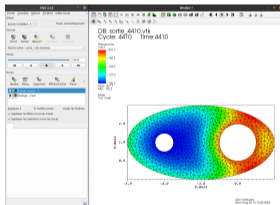
- logiciels de maillage (gmsh) :



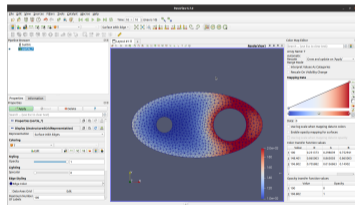
Nouveaux outils

- logiciels de visualisation :

VisIT



Paraview



Organisation

- 13 cours d'1h20
- 14 séances de TD d'1h20
- 3 TP de 4h (en Fortran)
- implémentation aussi faite en TP de C++ (2 TP en fin de S7)

Plan du cours

- ① EDP et lois de conservation
- ② Présentation générale de la méthode des volumes finis
- ③ Méthode des volumes finis pour l'équation de la chaleur
- ④ Solutions faibles et théorie des distributions
- ⑤ Méthode des volumes finis pour l'équation d'advection
- ⑥ Méthode des volumes finis pour lois de conservation non linéaires

Enseignants

- cours : Luc Mieussens
- TD et TP : Mathieu Colin, Luc Mieussens, Julien Moatti

Évaluation

- TP :
 - participation en séance
 - un rapport à rendre à l'issue des 3 séances
- 1 DM (en octobre)
- 1 examen terminal

Bibliographie

- volumes finis pour l'équation de la chaleur (méthode et analyse)
 - R. Eymard, T. Gallouët, R. Herbin *Finite Volume Methods*
- introduction aux volumes finis (lois de conservation hyperboliques, mécanique des fluides)
 - B. Desprès, N. Seguin, *Schémas numériques de volumes finis*
 - R. Turpault, *Des schémas numériques pour la mécanique des fluides compressibles*
- lois de conservations et méthodes numériques liées aux volumes finis
 - R. J. LeVeque *Numerical Methods for Conservation laws*
 - J. Hesthaven, *Numerical Methods for Conservation Laws - From Analysis to Algorithms*
 - E. Toro, *Riemann Solvers and Numerical Methods for Fluid Dynamics*