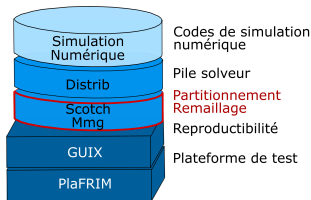


Inria

Journée SED 2022

Développements autour des outils de graphes et maillages

> Outils pour les logiciels de simulation numérique



graphe = nœuds + arêtes



maillage = discrétisation d'une géométrie
= graphe + géométrie











peuvent agir en amont ou au cours des simulations

- > **Scotch** pour équilibrer les calculs / architecture
- > **Mmg** pour modifier automatiquement les maillages



zones de recouvrement entre les domaines et logiciels :

- > structures de données/algo communs
- > problématiques de maillages \Rightarrow problématiques de graphes

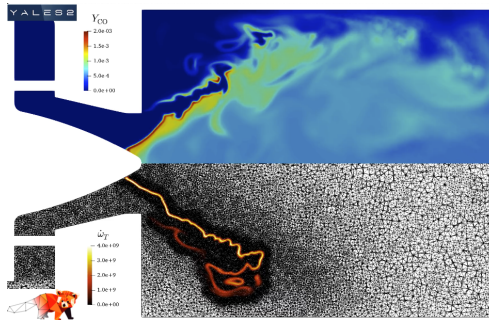
- présentation
 -  logiciel de partitionnement qui fête ses 30 ans cette année
 -  utilisé en simulation numérique dans de nombreux logiciels (ex. MUMPs)
 -  développé essentiellement François Pellegrini
 -  version actuelle 7.0.1 (prise en charge du « multi-thread »)
- ma mission : ingénieur d'« environnement », i.e. rendre **Scotch** plus accessible
 -  Cmake
 -  complétion d'une IPA pleinement compatible avec MeTiS (libscotchmetis)
 -  rédaction de tutos et d'exemple
 -  Interface Python
- co-encadrement des stages de P. Pavia (Python) et S. Slebdaoui (« multi-thread »)

Objectifs

Modification **automatique** d'un maillage **existant**

Dans quels cas est-ce utile ?

- **Evolution** du maillage au cours des itérations d'une simulation



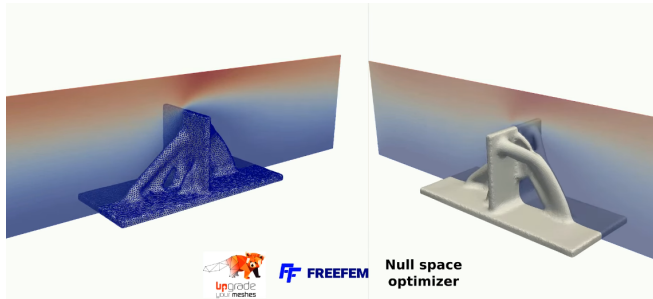
brûleur PRECCINSTA, V. Moureau (Coria), R. Mercier (Safran Tech)

Objectifs

Modification **automatique** d'un maillage **existant**

Dans quels cas est-ce utile ?

- **Evolution** du maillage au cours des itérations d'une simulation



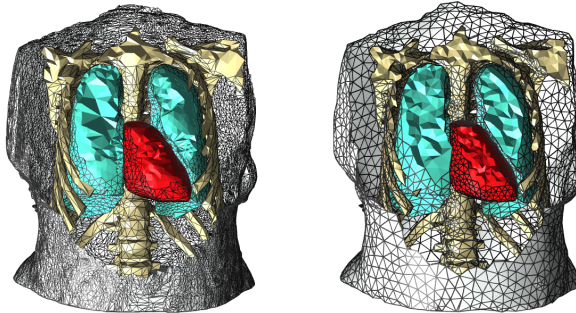
Interaction Fluide-structure, F. Feppon (CMAP)

Objectifs

Modification **automatique** d'un maillage **existant**

Dans quels cas est-ce utile ?

- Génération d'un maillage **computationnel**



Segmentation CT-scan et maillage de calcul, N. Zemzemi (Carmen)

Présentation de la plateforme

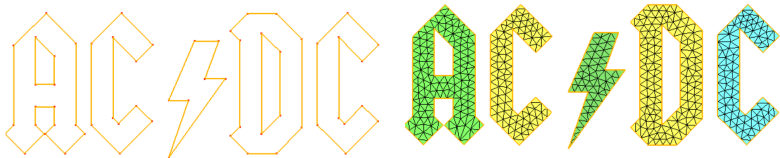
- 3 logiciels/bibliothèques (L-GPL license) : Mmg2d/s/3d
- Multi architecture : support OSX, Linux, Windows (MSVC)
- Multi langages : API Fortran, C, C++

Présentation de la plateforme

- 3 logiciels/bibliothèques (L-GPL license) : Mmg2d/s/3d
- Multi architecture : support OSX, Linux, Windows (MSVC)
- Multi langages : API Fortran, C, C++
- Historiquement co-developpés par :
 - > C. Dapogny, *CNRS, Grenoble*
 - > C. Dobrzynski, *Cardamom, Bordeaux INP, Bordeaux*
 - > P. Frey, *Sorbonnes Univ., Paris*
- Large communauté, interfacé dans de nombreux logiciels :
 - > AVBP, Elmer/Ice, Feel++, FreeFem++, Gmsh, Gypsilab, Kratos, PISCO, YALES2 ...
- github.com/MmgTools/mmg.git
- mmgtools.org

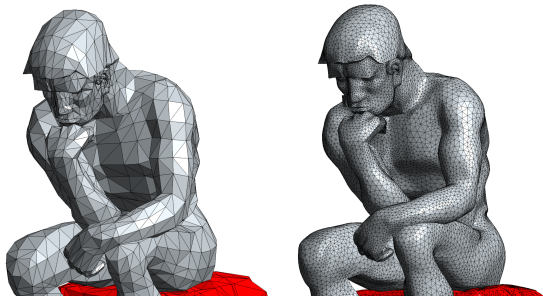
Présentation de la plateforme

1. Génération de maillage 2D ;



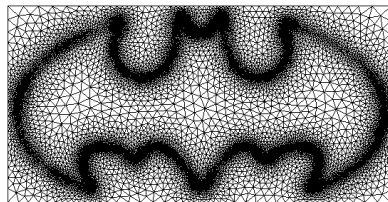
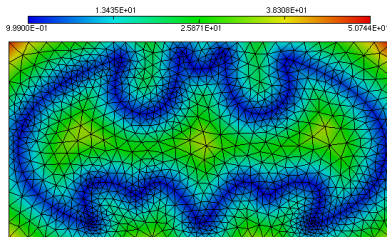
Présentation de la plateforme

1. Génération de maillage 2D ;
2. **Amélioration** de qualité (orientée) ;



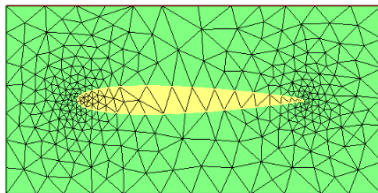
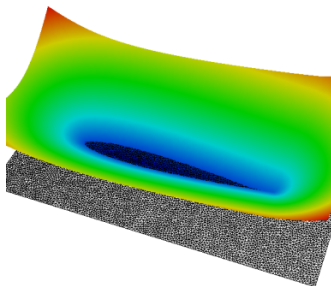
Présentation de la plateforme

1. Génération de maillage 2D ;
2. **Amélioration** de qualité (orientée) ;
3. **Adaptation** iso/anisotrope (pour respecter une **carte de taille**) ;



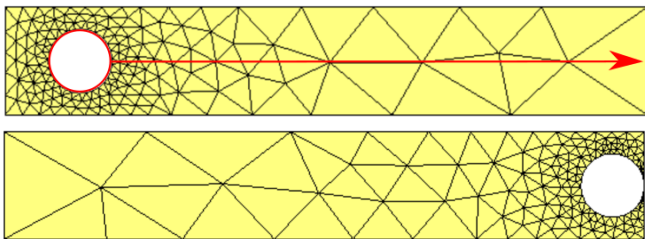
Présentation de la plateforme

1. Génération de maillage 2D ;
2. **Amélioration** de qualité (orientée) ;
3. **Adaptation** iso/anisotrope (pour respecter une **carte de taille**) ;
4. Discrétisation d'isovaleur/maillage d'un **domaine implicite** ;

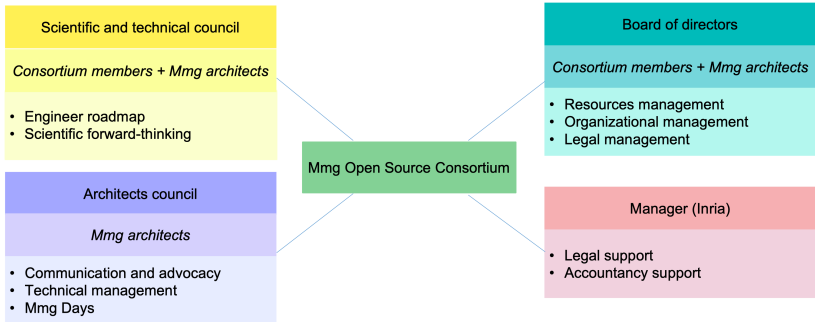


Présentation de la plateforme

1. Génération de maillage 2D ;
2. **Amélioration** de qualité (orientée) ;
3. **Adaptation** iso/anisotrope (pour respecter une **carte de taille**) ;
4. Discrétisation d'isovaleur/maillage d'un **domaine implicite** ;
5. **Bouger** lagrangien.



Coordination du consortium open source Mmg



Coordination du consortium open source Mmg



- Proposition/révision du fonctionnement et modèle financier
- Suivi des contrats / factures
- Organisation des conseils de consortium
- Rédaction des CRs et bilan annuel (membres et co-indivisaires)
- Recherche de nouveaux adhérents
- Communication : site web, organisation de la journée Mmg...

Tâches ingénieures

- Implémentation de la **feuille de route ingénieure**
- **Robustification**/industrialisation :
CMake, intégration continue, qualité de code
- Gestion des **versions/étiquetage** (1 par an)
- **Support** utilisateur (environ 250 tickets par an)
- **Documentation**
- Formation Mmg-Paraview en 2021

2020 : Echanges avec Magique3D autour de la hp-adaptation

- Stage de Y. Bouchni et **Thèse de P. Jacquet**

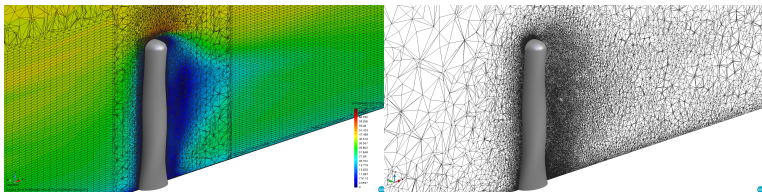
hp-adaptation dans un processus FWI, P. Jacquet (Makutu)

2018-2021 : Reprise des activités de maillage de Cardamom

- **FUI Icarus** : 2017-2020 : encadrement d'un ingénieur (~2 ans)
- **Projet EU ExaQUte** : 2018-2022 :
 - > encadrement d'un post-doctorant (~3 ans)
 - > gestion du WP *Génération et adaptation de maillages*

⇒ Développement, release, et support de **ParMmg** :

- > **adaptation** // sur architectures à mémoire distribuée (MPI)
- > github.com/MmgTools/ParMmg.git



*Simulation de l'écoulement du vent avec **Kratos**, M. Nunez (CIMNE)*

2021-2024 : Projet EU MICROCARD avec Carmen

- Simulation de l'électrophys. cardiaque à l'échelle cellulaire
- gestion WP *génération de maillage* :
 - > Generation de maillages **complexes** depuis la segmentation d'images confocales

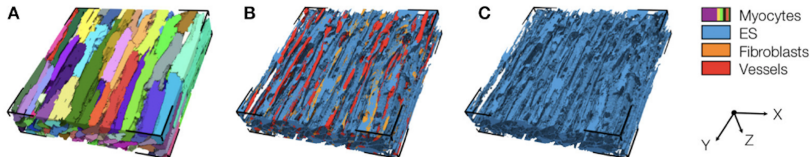
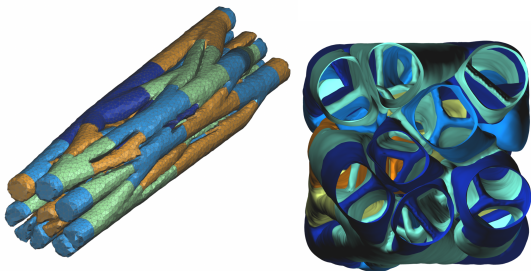


Figure from Greiner J et al. "Confocal microscopy-based estimation of parameters for computational modeling of electrical conduction in the normal and infarcted heart". In : *Front. Physiol.* (2018).

2021-2024 : Projet EU MICROCARD avec Carmen

- Simulation de l'electrophys. cardiaque à l'échelle cellulaire
- gestion WP *génération de maillage* :
 - > Generation de maillages complexes depuis la segmentation d'images confocales
 - > Maillages synthétiques de très grande taille pour le coeur entier



Prototype de maillage avec Anni + Mmg, M. Potse (Carmen)

2021-2024 : Projet EU MICROCARD avec Carmen

- Simulation de l'electrophys. cardiaque à l'échelle cellulaire
- gestion WP *génération de maillage* :
 - > Generation de maillages **complexes** depuis la segmentation d'images confocales
 - > Maillages synthétiques **de très grande taille** pour le coeur entier
 - > // à **mémoire partagée** à l'aide d'un modèle de programmation par tâches (**StarPU**)
 - > // à **mémoire distribuée** de l'option de discrétisation d'isovaleur
 - > encadrement 2 postes de 3 ans



<http://microcard.eu>