



HAL
open science

Présentation générale de Cast3m : un outil pour la modélisation par éléments finis

Stephane Gounand

► To cite this version:

Stephane Gounand. Présentation générale de Cast3m : un outil pour la modélisation par éléments finis. École d'ingénieur. Université La Rochelle, France. 2008, pp.26. <hal-04115948>

HAL Id: hal-04115948

<https://hal.science/hal-04115948v1>

Submitted on 2 Jun 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License

Présentation générale de Cast3m : un outil pour la modélisation par éléments finis.

S. Gounand DEN/DM2S/SFME/LTMF CEA/Saclay



Plan

1. Historique

2. Présentation générale

- Langage utilisateur Gibiane
- Objets
- Langage programmeur Esope
- Principes de développement
- Maillage et post-traitement
- Interaction avec l'extérieur
- Parallélisme

3. Support aux utilisateurs

4. Applications



Historique (I)

- Castem (Calcul et Analyse des Structures En Mécanique) a été initié il y a plus de 20 ans au CEA/DEMT [VCM88] ;
- il s'agissait au début de regrouper un ensemble de programmes de maillage, de calcul et de post-traitement autour d'un moteur (langage et objets) commun ;
- voulu comme le contraire d'une boîte noire :

Contrairement aux anciens codes de calcul, écrits pour résoudre des problèmes donnés et auxquels l'utilisateur doit se plier, Cast3m peut s'adapter aux besoins de l'utilisateur pour résoudre **ses** problèmes. De plus, Cast3m donne à l'utilisateur la connaissance du problème effectivement posé et des méthodes employées.

E. Le Fichoux [Fic98]

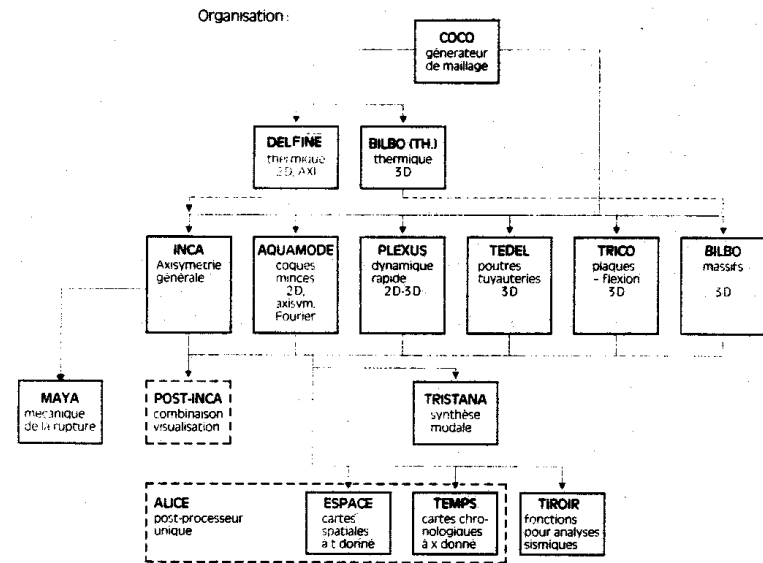


Historique (II)



-1-

CASTEM



Implantation : IBM 3081, 370/168 et CRAY ONE du réseau CISINET



Présentation Générale

Cast3m est articulé autour des blocs suivants :

- un **langage utilisateur** interactif simple : Gibiane ;
- un **langage** pour le **programmeur** : Esope construit autour du Fortran 77 et d'une bibliothèque de gestion dynamique de la mémoire Gemat ;
- des **objets** élémentaires (FLOTTANT) ou complexes (MAILLAGE) qui sont le lien entre les deux langages ;
- des principes de développement permettant d'assurer la qualité du programme.



Présentation Générale : langage utilisateur Gibiane (I)

- Syntaxe unifiée (principe de simplicité : pas de règles de priorité) :

1. Directive :

DIRECTIVE (OPERANDES) ;

2. Opérateur :

RESULTAT = OPERATEUR (OPERANDES) ;

Les RESULTAT et OPERANDES sont des objets typés et nommés.

- Exemple :

```
'OPTI' 'DIME' 2 'ELEM' 'SEG2' ;  
p1 = 0. 0. ;  
p2 = 1. 0. ;  
mail = 'DROIT' 10 p1 p2 ;  
'TRACER' mail ;  
'FIN' ;
```

p1 et p2 sont des objets de type POINT. mail est un objet de type MAILLAGE.



Présentation Générale : langage utilisateur Gibiane (II)

Caractéristiques de Gibiane :

- langage interactif interprété ;
- opérateurs de pré-traitement (maillage), de calcul et de post-traitement ;
- gestion automatique de la mémoire ;
- sauvegarde et restitution portable de l'ensemble des objets (ASCII et binaire portable) ;
- structures de contrôle usuelles (boucles, conditions) ;
- possibilité de définir ses propres procédures (macros, boîtes noires) d'utilisation identique aux opérateurs.



Présentation Générale : Objets Cast3m

Les objets font le lien entre GIBIANE (langage utilisateur) et ESOPÉ (langage programmeur)

1. Objets élémentaires : ENTIER, FLOTTANT, MOT, ...
2. Objets “physiques” : MAILLAGE (géométrie discrétisée), CHPOINT (champ global : déplacements, forces), CHAMELEM (champ local : caractéristiques géométriques, physiques), CHARGEMENT (conditions aux limites variables en temps et en espace), RIGIDITE (relations linéaires entre inconnues),...
3. Objets utilitaires : TABLE (regroupement d’objets)

Philosophie : peu de types d’objets (≈ 50), beaucoup d’opérations sur ces objets (500 opérateurs, 400 procédures)



Présentation Générale : langage programmeur Esope (I)

Cast3m est quasi-entièrement programmé en Esope : une extension du Fortran 77 intégrant la notion d'objets (Structures) et les instructions permettant de les manipuler (déclaration, accesseurs et allocateurs).

- Déclaration d'une structure "maillage élémentaire" MELEME et d'un objet MAIL du type juste défini.

```
SEGMENT      MELEME
INTEGER      IYPEL
INTEGER      NUM(NBNN , NBELEM)
ENDSEGMENT
POINTEUR MAIL.MELEME
```



Présentation Générale : langage programmeur Esope (II)

- Accesseurs : lecture et écriture dans l'objet MAIL

```
MAIL.ITYPEL=2  
NUMNOE = MAIL.NUM(2,3)
```

- Instruction d'allocations : Allocation (SEGINI), destruction (SEGSUP), activation (SEGACT), désactivation (SEGDES), redimensionnement (SEGADJ)

Le **langage** Esope est traduit en Fortran 77 "pur" (norme ANSI) + appels à la bibliothèque de gestion de la mémoire Gemat par le **traducteur** Esope.

Gemat permet une **gestion fine** de la mémoire disponible (RAM et disque).



Présentation Générale : Principes

Le développement des opérateurs Gibiane obéit à des **principes** visant à assurer la qualité :

- **Simplicité** ;
- **Orthogonalité** : indépendance des opérateurs Gibiane entre eux (\Rightarrow tests unitaires possibles) ;
- **Visibilité** et localité : pas de données cachées, les opérateurs et opérandes sont explicites ;
- **Régularité** : syntaxe unifiée (pas de règles de priorité) ;
- **Documentation** : elle spécifie les opérations, la documentation a raison, pas la programmation.

Mais :

Fermeté dans les principes, souplesse dans l'application.



Présentation Générale : Qualité

La **qualité** dans Cast3m se traduit par :

- la **portabilité** (journallement sur Linux 32, 64 bits et AIX, annuellement sur Windows et autres) grâce à Esope et au respect de la norme Fortran 77 ;
- les tests de **non-régression** (≈ 900) : ils doivent tous passer à chaque changement de Cast3m ;
- la gestion des **anomalies** ;
- la **documentation** en ligne (opérateur INFO) de tous les opérateurs en français et en anglais (idem pour les messages d'erreur).



Présentation Générale : maillage et post-traitements (I)

1. Maillage :

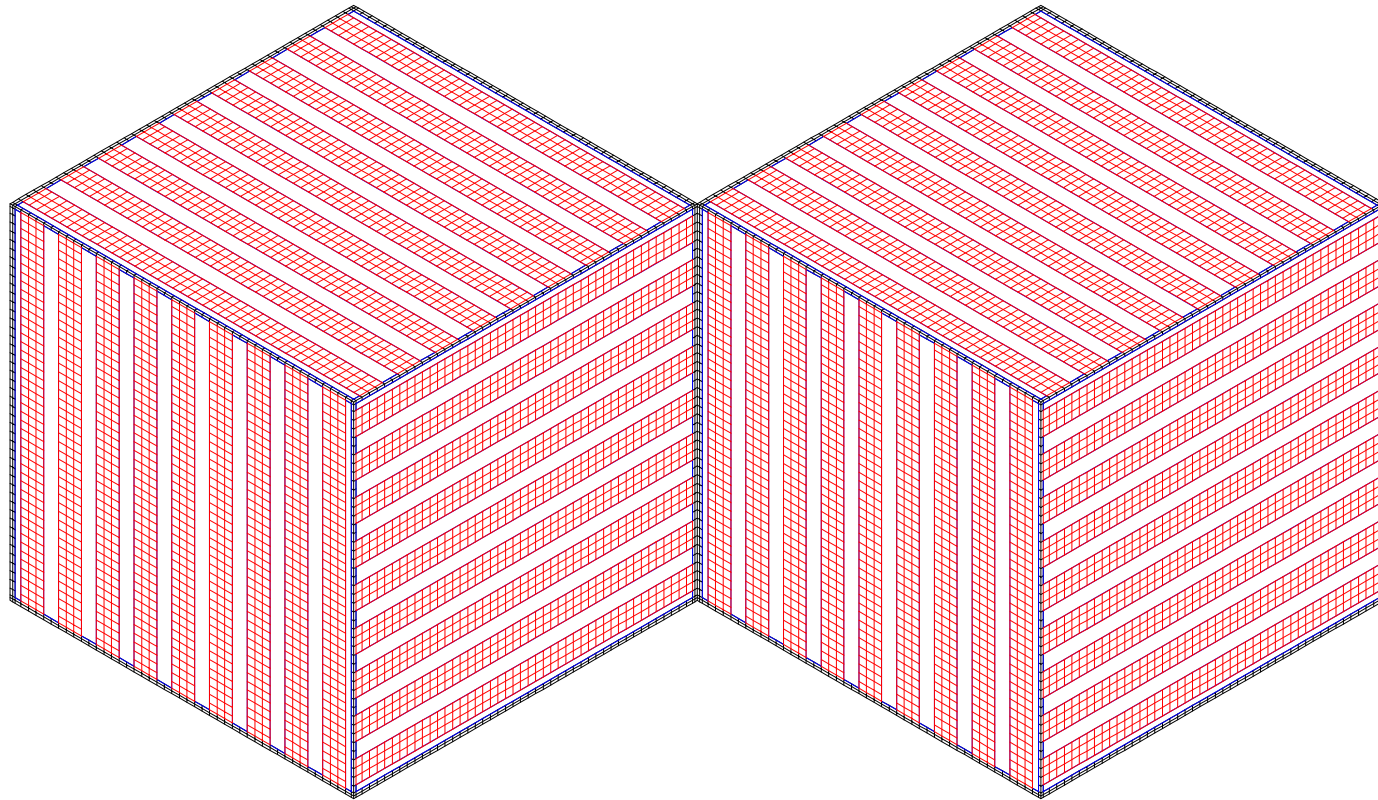
- nombreux opérateurs de maillage et possibilités de paramétrisation grâce à Gibiane ;
- mailleur automatique 2D (SURF : avancée de front et TRIA : Delaunay), 3D (VOLU : avancée de front) ;
- optimiseur de maillage par bougé de noeuds (DEDU).

2. Post-traitement :

- tracé de courbes (DESSIN) paramétrable ;
- tracé de champs scalaires continus, discontinus et vectoriels ;
- sortie fichier (Postscript, JPEG) et écran (X, OpenGL).



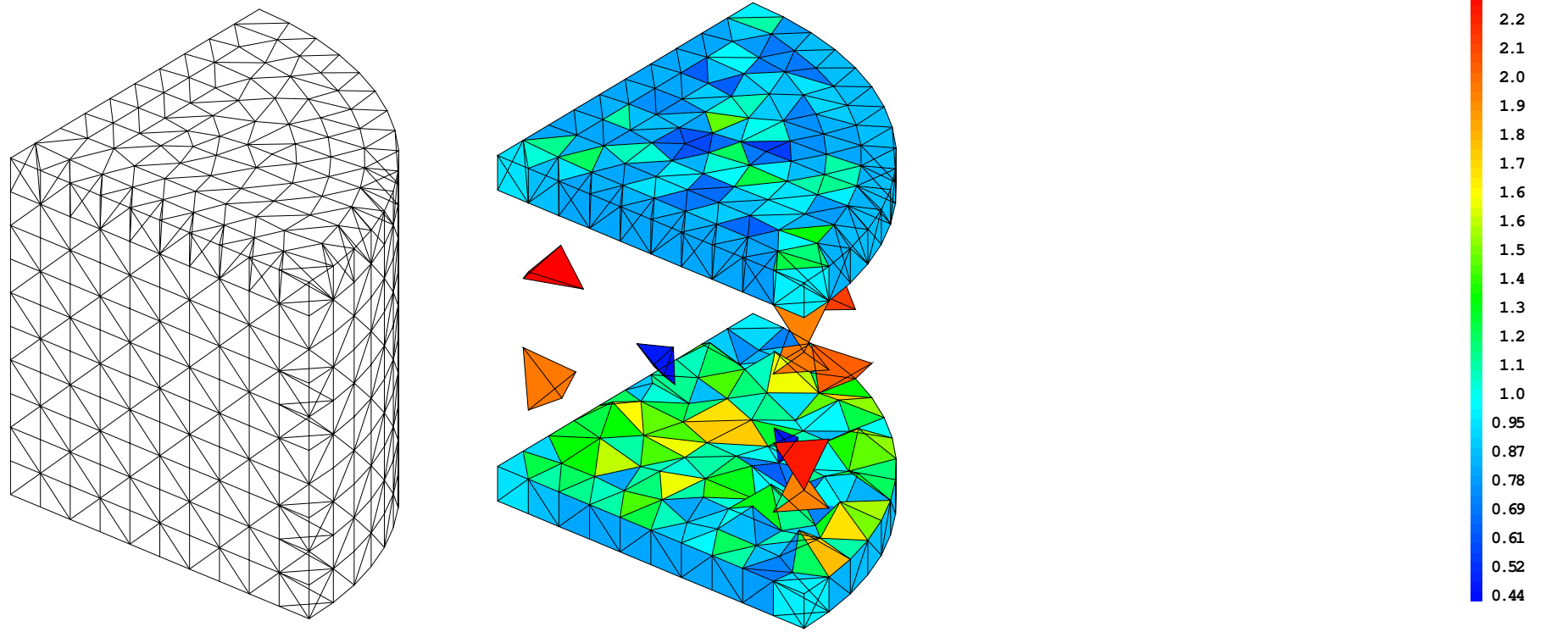
Présentation Générale : maillage et post-traitements (II)



Maillage d'un coeur de réacteur



Présentation Générale : maillage et post-traitements (III)



Présentation Générale : interactions avec l'extérieur

1. Échange par **fichier** :

- format de sauvegarde documenté pour SAUV ;
- sortie champs au format AVS SORT (ex: Paraview) ;
- sortie tableaux de chiffres au format Excel SORT ;
- sortie à la main au format ASCII MESSAGE.

2. Appel de **commande externe** shell (EXTE)

Ex. : utilisation en chaînage ou couplage de code.



Présentation Générale : parallélisme

Approche adoptée pour l'instant : multithreading en mémoire partagée (PC multicœur).

1. Gibiane :

- opérateur de partitionnement de maillage PART ;
- opérateur de répartition des tâches ASSI ;
- utilisations actuelles : calcul en // des matrices élémentaires et des forces, calcul du comportement.

2. Esope :

- opérateur de résolution de systèmes linéaires RESO : factorisation solveur direct (Nested Dissection).



Présentation Générale : support aux utilisateurs (I)

1. **Site Web** : <http://www.castem.org/> :
 - documentation (opérateurs, rapports, FAQ) ;
 - évolutions du code (anomalies) ;
 - utilitaires (**mode Emacs**, conversion de formats de maillage).
2. Club Cast3m annuel : \approx 50 personnes, 10 exposés ;
3. **Mailing liste** : castem@lmgc.univ-montp2.fr ;
4. Forum Web : <http://rdforum.free.fr/cast3m>
5. **Hot-line**, une personne à plein temps :
 - support utilisateur ;
 - saisie, portage et installation des versions annuelles ;
 - organisation du club.



Présentation Générale : support aux utilisateurs (II)

```

File Edit Options Buffers Tools Help
*****
* NOM      : TOTO
* DESCRIPTION :
*
* en cas de modification de ce sous-programme afin de faciliter
* la maintenance !
*****
*
interact= VRAI ;
'OPTION' 'DIME' 2 'ELEM' 'QUA4' ;
'SI' ('NON' interact) ;
'OPTION' 'TRAC' 'PS' ;
'SINON' ;
'OPTION' 'TRAC' 'X' ;
'FINSI' ;
p1 = 0. 0. ;
p2 = 2. 0. ;
mail = 'DROIT' 10 p1 p2 ;
TRACER' mail 'NOEU' ;
'OPTION' donn 5 ;

*
* End of dgibi file TOTO
*
'FIN' ;

Notice for operator : TRACER
0.10user 0.00system 0:00.11elapsed 97%CPU (0avgtext+0avgdat
0inputs+0outputs (0major+1284minor)pagefaults 0swaps

$ * 'INFO' TRACER ;
DATE 99/0

Directive TRACER
-----

Voir aussi :

La directive TRAC permet de dessiner plusieurs types d
-----
| ère possibilité |
-----

TRAC ((OBI1) si 3D) | ('QUAL')
                    | ('NOEUD')
                    | ('COUL' ( COUL1 ) )
                    | ('ELEM')
                    | ('CACH')
                    | ('FACE')
                    | ('ECLA' ( RAPP1 ) )
                    | ('COUPE' POIN1 POIN2 POIN3 )
                    | ('SECT' POIN1 POIN2 POIN3 )
                    | ('TITR' 'bla bla...')
                    | ('NCLK')

Objet :
-----

La directive TRAC laisse inchangé l'objet OBJET1, mais
un dessin sur l'unité graphique spécifiée dans " OPTION TR

Commentaire :
-----

Par la suite OBJET1 est de type MAILLAGE ou de type RI
auquel cas c'est le maillage sous-jacent à la rigidité qui
Ceci permet d'obtenir un tracé d'une structure munie de se

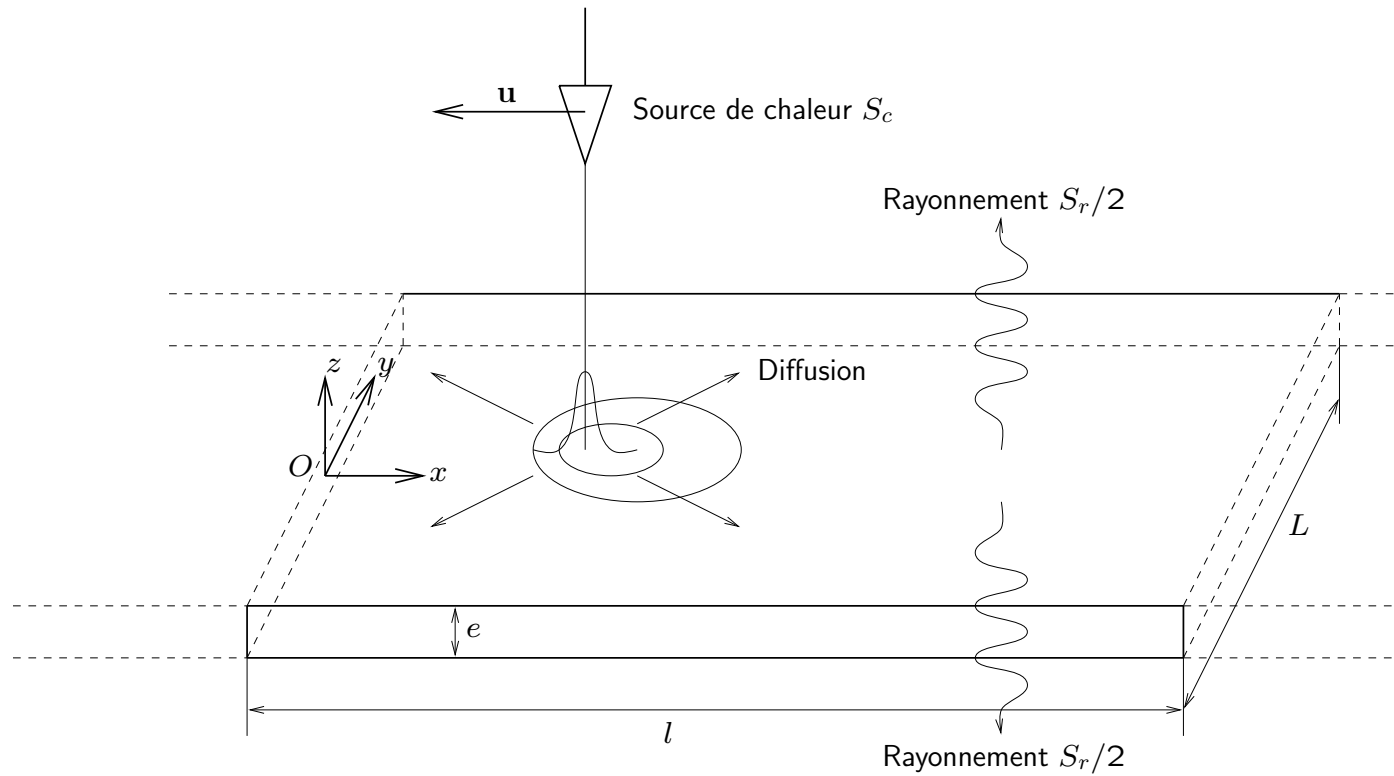
--- toto.dgibi All L20 (Castem Abbrev Fill)---22:15---1:-- *Castem info* Top L1 (Fundamental Abbrev)---22:15

```

Mode Emacs

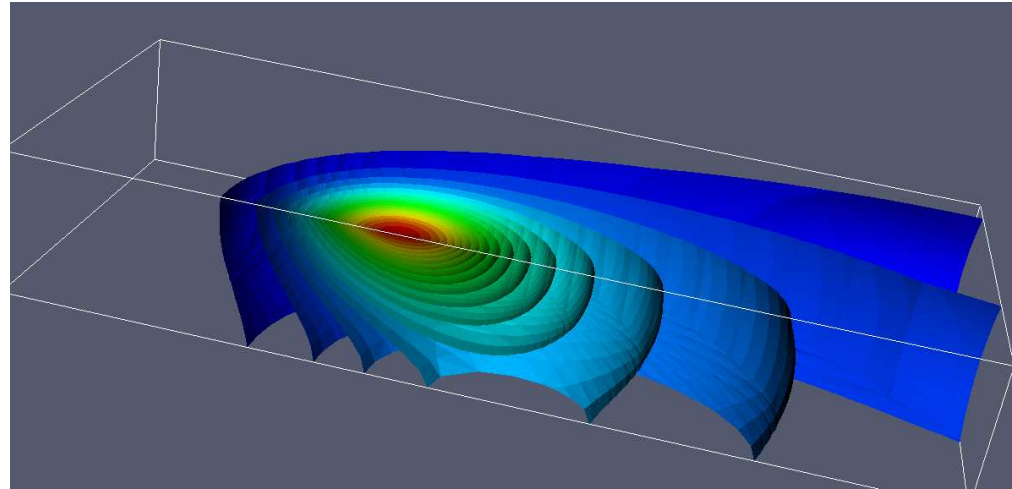


Application : bain de soudage (I)

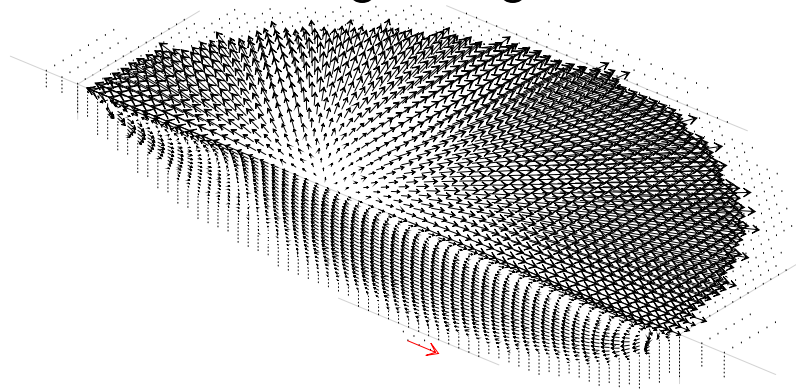


Cas de soudage à l'arc sur une plaque

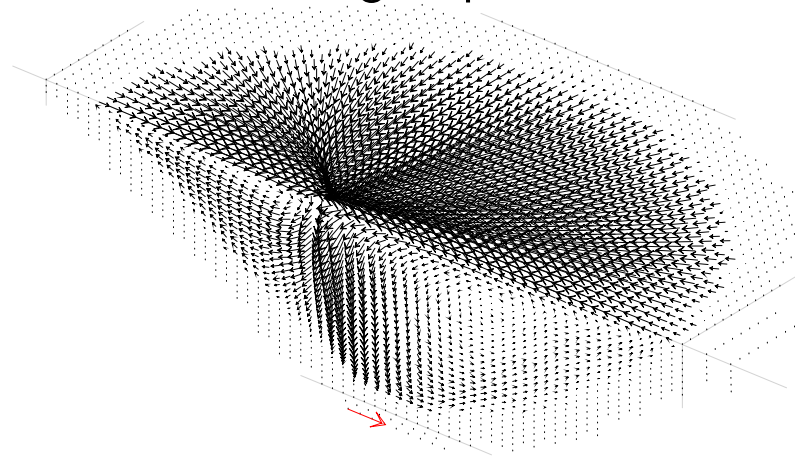
Application : bain de soudage (II)



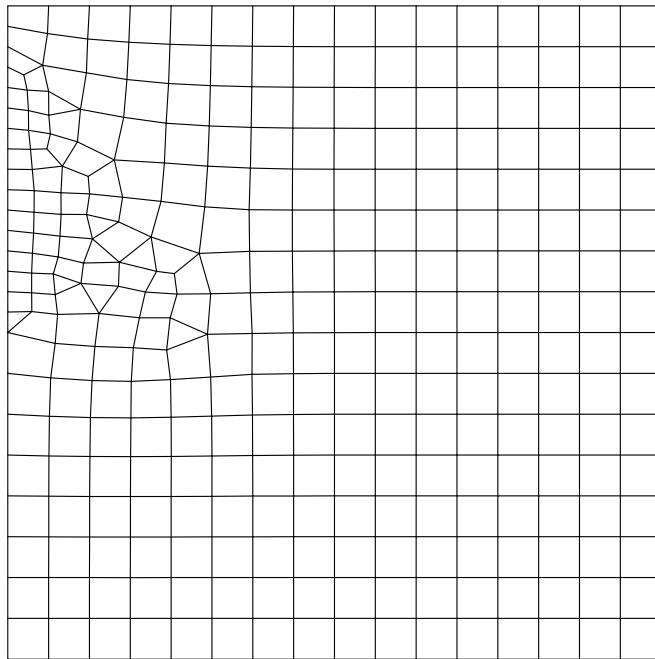
Marangoni négatif



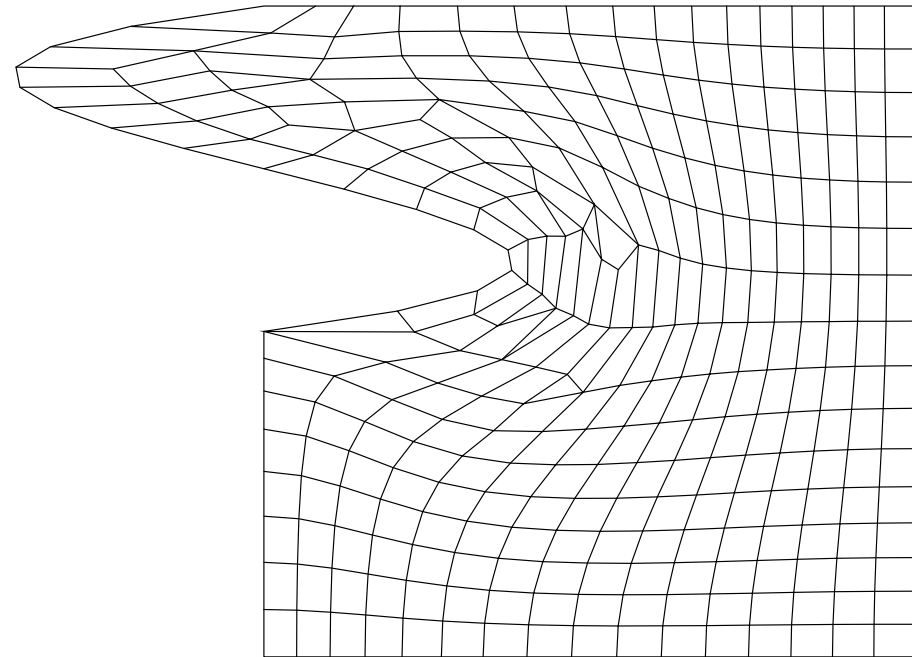
Marangoni positif



Application : régularisation-adaptation de maillage (I)



Maillage initial



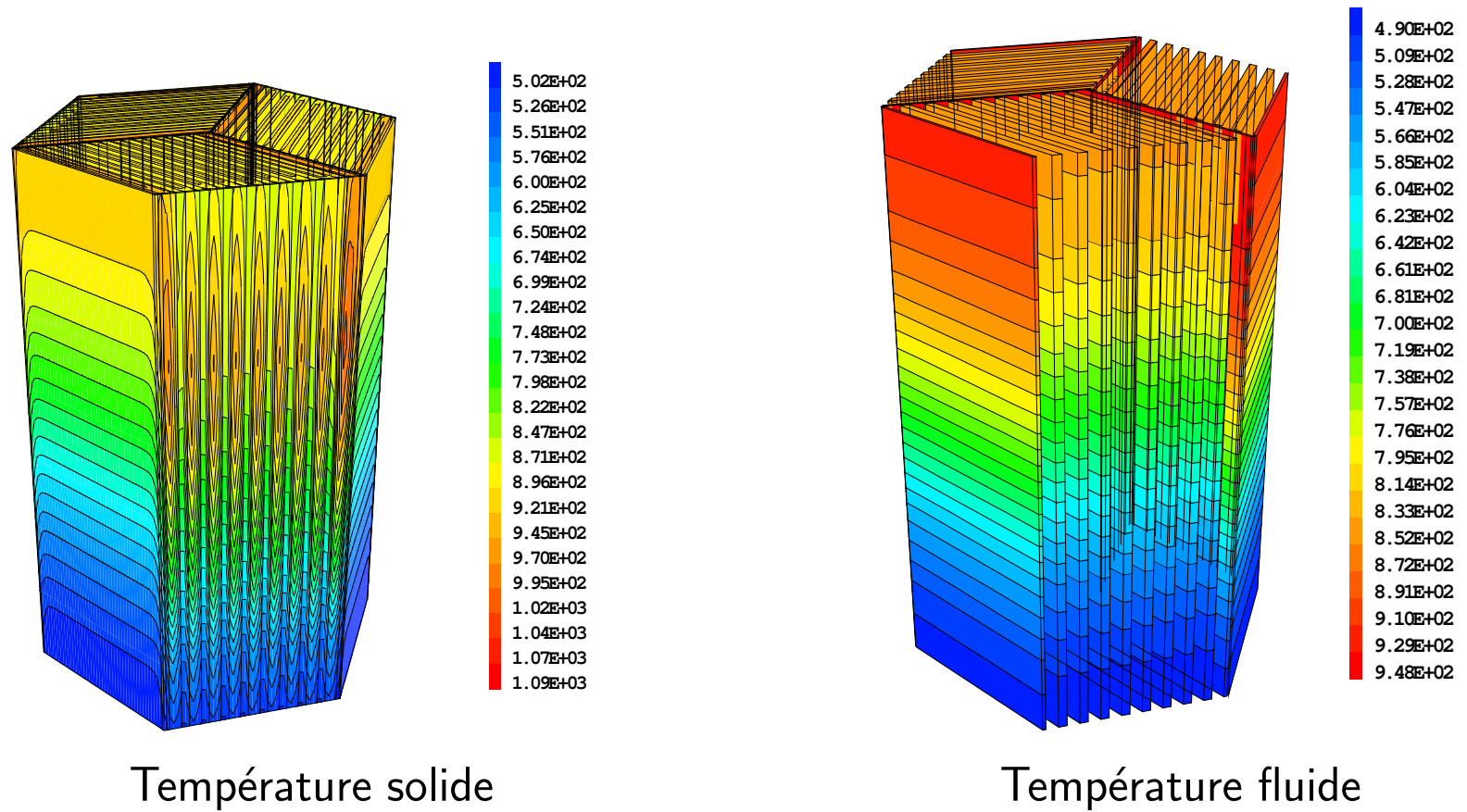
Maillage final

Régularisation de maillage par bougé de noeuds (opérateur DEDU).
Principe : minimisation d'une énergie de maillage (Huang [Hua06]).



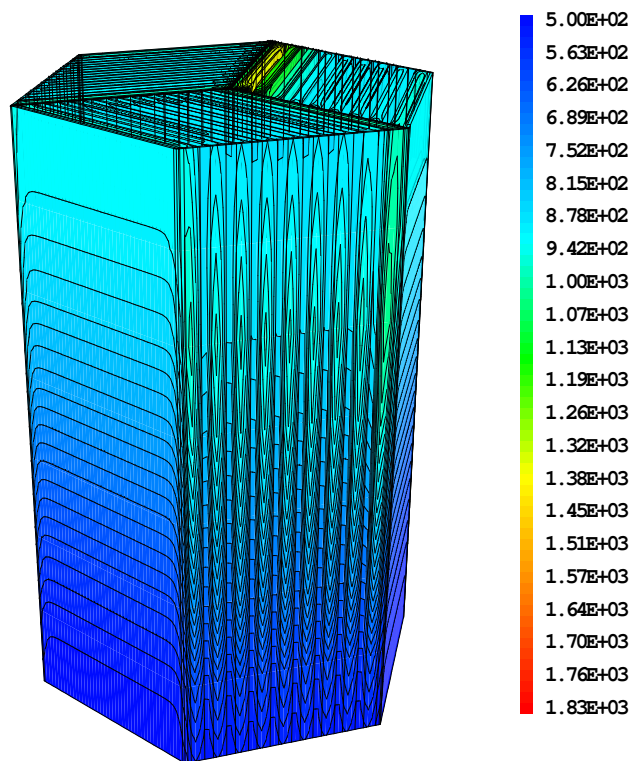
Application : couplage Thermique 3D-Hydraulique 1D (I)

Régime nominal

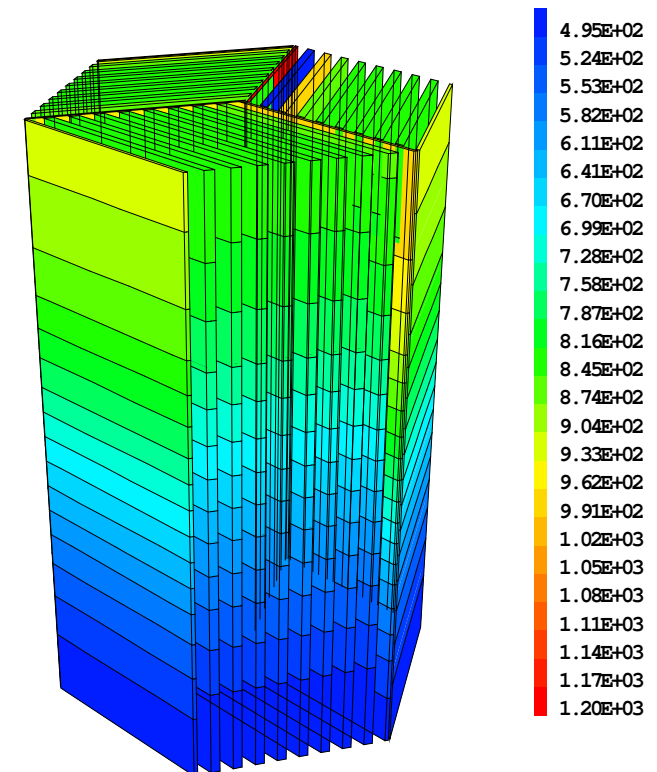


Application : couplage Thermique 3D-Hydraulique 1D (II)

Régime accidentel



Température solide



Température fluide



Conclusion

Merci de votre attention.



Bibliographie

- [VCM88]** Pierre Verpeaux, Thierry Charras, and Alain Millard. Castem 2000 : Une approche moderne du calcul des structures. In JM Fouet, P Ladevèze, and R Ohayon, editors, *Calcul des structures et intelligence artificielle*, pages 261–271. Pluralis, 1988.
- [Fic98]** E. Le Fichoux. *Présentation et utilisation de Castem 2000*. ENSTA/LME, 01 1998. <http://www.castem.org/>.
- [Hua06]** Weizhang Huang. Mathematical principles of anisotropic mesh adaptation. *Communications in Computational Physics*, 1(2):276–310, April 2006.

