



Nouveautés Castem en mécanique des fluides

Stephane Gounand

► To cite this version:

Stephane Gounand. Nouveautés Castem en mécanique des fluides. Club Cast3M 2008, Nov 2008, Vanves, France. hal-04104597v2

HAL Id: hal-04104597

<https://hal.science/hal-04104597v2>

Submitted on 6 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 Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Nouveautés Castem en mécanique des fluides.

DEN/DM2S/SFME/LTMF CEA/Saclay

S. Gounand



DM2S/SFME

Nouveautés Fluide

- FCOURANT : calcul de la fonction de courant en 2D, 2D axi ;
- KONV : ajout du traitement de différentes conditions aux limites pour Navier-Stokes compressible en Volumes Finies ;
- KEPSILON : ajout de nouveaux modèles de turbulence “Bas Reynolds” ;
- EXEC : ajout d’une méthode de projection algébrique incrémentale (objectif : meilleurs performances).



Projection Algébrique (I)

Navier-Stokes incompressible continu

$$\begin{cases} \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} - \nu \Delta \mathbf{u} + \nabla p = \mathbf{f} \\ \nabla \cdot \mathbf{u} = g \end{cases}$$

Navier-Stokes discret

$$\begin{cases} A_u \mathbf{u} + Gp = \mathbf{f} \\ D\mathbf{u} = g \end{cases}$$

Linéarisation et méthode incrémentale (Newton)

$$\begin{pmatrix} A' & G \\ D & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \delta \mathbf{u} \\ \delta p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{f} - A_{\mathbf{u}^i} \mathbf{u}^i - Gp^i \\ g - D\mathbf{u}^i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \delta \mathbf{f} \\ \delta g \end{pmatrix}$$



Projection Algébrique (II)

Factorisation LU par blocs (A inversible)

$$\begin{pmatrix} A & G \\ D & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & 0 \\ D & -DA^{-1}G \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I & A^{-1}G \\ 0 & I \end{pmatrix}$$

Approximation : $H \approx A^{-1}$

Factorisation LU d'une matrice tangente approchée

$$\begin{pmatrix} A & AHG \\ D & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & 0 \\ D & -DHG \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I & HG \\ 0 & I \end{pmatrix}$$



Projection Algébrique (III)

Résolution par étapes ($\equiv$ méthode de splitting)

$$\begin{pmatrix} \boxed{A}_1 & 0 \\ D & \boxed{-DHG}_2 \end{pmatrix} \underbrace{\begin{pmatrix} \boxed{I}_4 & HG \\ 0 & \boxed{I}_3 \end{pmatrix}}_{\begin{pmatrix} \delta \tilde{u} \\ \delta \tilde{p} \end{pmatrix}} = \begin{pmatrix} \delta f \\ \delta g \end{pmatrix}$$

Etape		
1	$A \delta \tilde{u} = \delta f$	Vérification du bilan des forces
2	$-DHG \delta \tilde{p} = \delta g - D \delta \tilde{u}$	Calcul du multiplicateur de Lagrange
3	$\delta p = \delta \tilde{p}$	(Laplacien discret de pression)
4	$\delta u = \delta \tilde{u} - HG \delta p$	Vérification de la contrainte (bilan de masse)



Projection Algébrique (IV)

Avantages :

- Méthode efficace pour Navier-Stokes incompressible instationnaire 3D ;
- Vérification de la contrainte (bilan de masse).

Inconvénients :

- Convergence lente si δt grand (perte d'efficacité si $H \not\approx A^{-1}$).



Projection Algébrique (V)

Exemple (convection mixte) :

