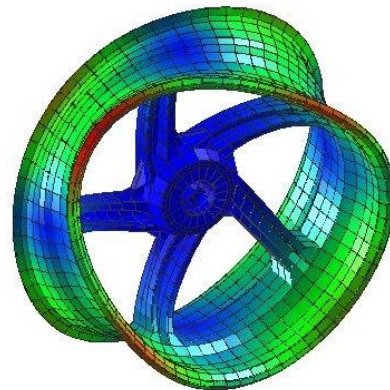


Méthode des éléments finis

Pr. Francois Gallaire

Lab. of Fluid Mechanics and Instabilities

School of Engineering, EPFL



Cours conçu par Pr. Thomas Gmür

Méthode des éléments finis

Chapitre 1 Petite introduction

Cours conçu par Pr. Thomas Gmür

Description du cours

- Objectif du cours : **initier l'étudiant à la méthode des éléments finis [une des techniques numériques les plus courantes en mécanique]**
 - Acquérir une initiation théorique à la méthode des éléments finis
 - Être capable d'appliquer cette méthode à des problèmes simples
 - Apprendre à exploiter cette technique pour résoudre les problèmes rencontrés dans la pratique
- Contenu du cours
 - Notions de base en analyse fonctionnelle
 - Concepts fondamentaux de la méthode des éléments finis
 - Problèmes aux limites uni- et bidimensionnels
 - Exemples et études de cas

Description du cours

- Acquis de formation (acquis d'apprentissage)
 - Compétences de domaine

Dériver une formulation par éléments finis à partir des équations différentielles en forme forte, S9

Utiliser la méthode des éléments finis pour la réalisation d'une étude complète d'un problème réel, S10
 - Compétence transversale

Auto-évaluer son niveau de compétence acquise et planifier ses prochains objectifs d'apprentissage

Description du cours

- Concepts importants à maîtriser

- Compétences de domaine

Modéliser et résoudre analytiquement des problèmes de statique et d'analyse de contraintes, S1

Analyser et dimensionner en statique et en flambage des assemblages d'éléments mécaniques simples, S2

- Cours pré-requis obligatoires

Introduction à la mécanique des structures

Mécanique des structures (pour GM)

Analyse III et V

Continuum mechanics

Analyse numérique

Description du cours

- Forme de l'enseignement
 - Cours (2h/sem) + exercices (1h/sem)
 - Simulations numériques sur ordinateur
 - Analyse par éléments finis d'une structure réelle

- Site moodle

Méthode des éléments finis ME-372

(transparents, énoncé des exercices, corrigés
des exercices, démonstrations, videos)

<http://moodle.epfl.ch/course/view.php?id=14242>

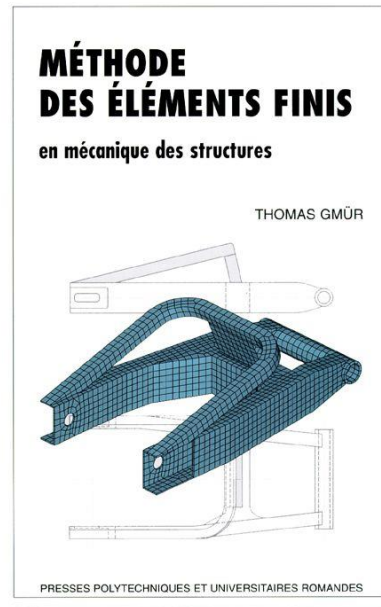
Description du cours

- Support du cours

Thomas Gmür, Méthode des éléments finis en mécanique des structures, Presses polytechniques et universitaires romandes (PPUR), Lausanne, 2018 (2000), 2^{ème} édition, ISBN 978-2-88915-158-5, CHF 56.50

- Travail attendu

- Participation au cours
- **Résolution des exercices et problèmes**

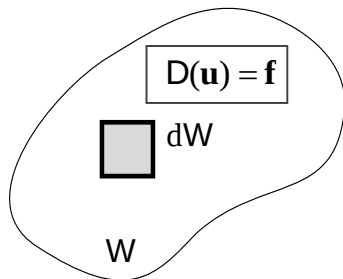


Description du cours

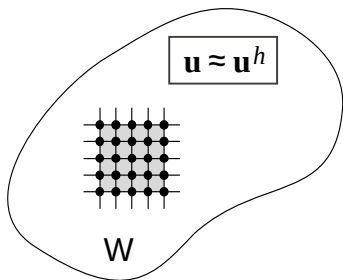
- Contrôle des connaissances
 - Examen écrit en session d'hiver
 - Nombre de crédits : 3 ECTS
- Préparation pour
 - Modélisation et simulation par éléments finis
 - [Dynamique numérique des solides et des structures]
 - Méthodes de discrétisation en fluides
 - Projets de génie mécanique
 - Numerical flow simulation

Classification des méthodes de résolution

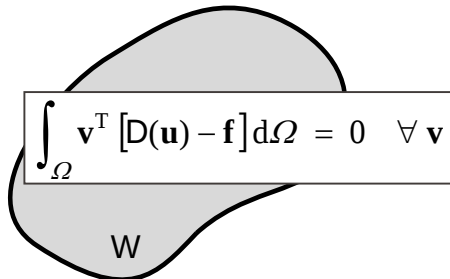
Forme forte



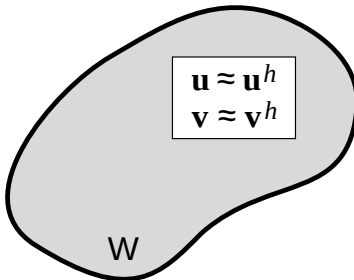
Méthodes des différences finies



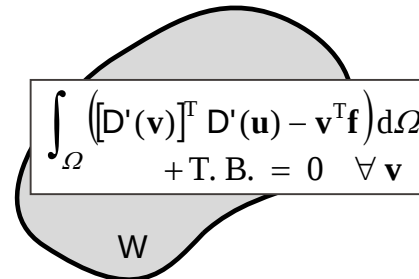
Forme intégrale



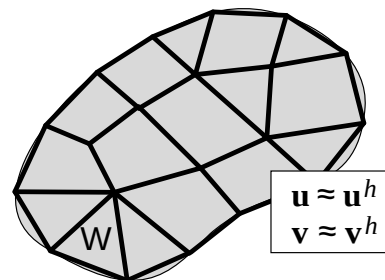
Méthodes des résidus pondérés



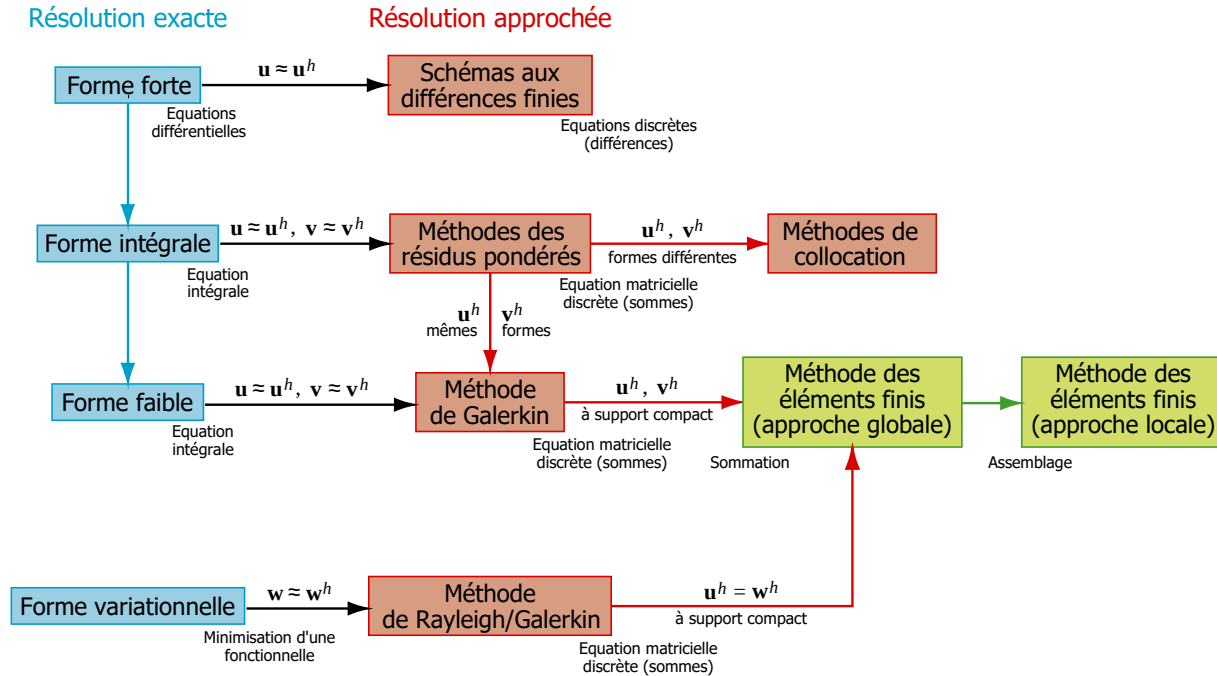
Forme faible



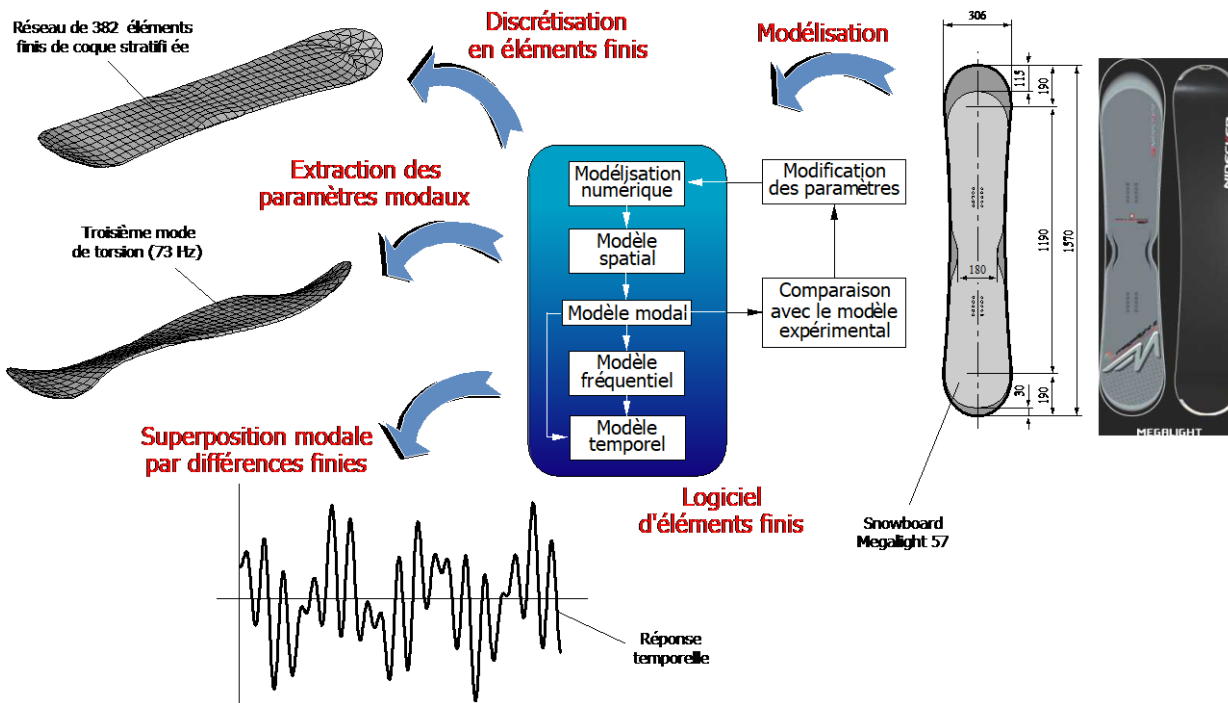
Méthodes de Galerkin et des éléments finis



Origines de la méthode des éléments finis

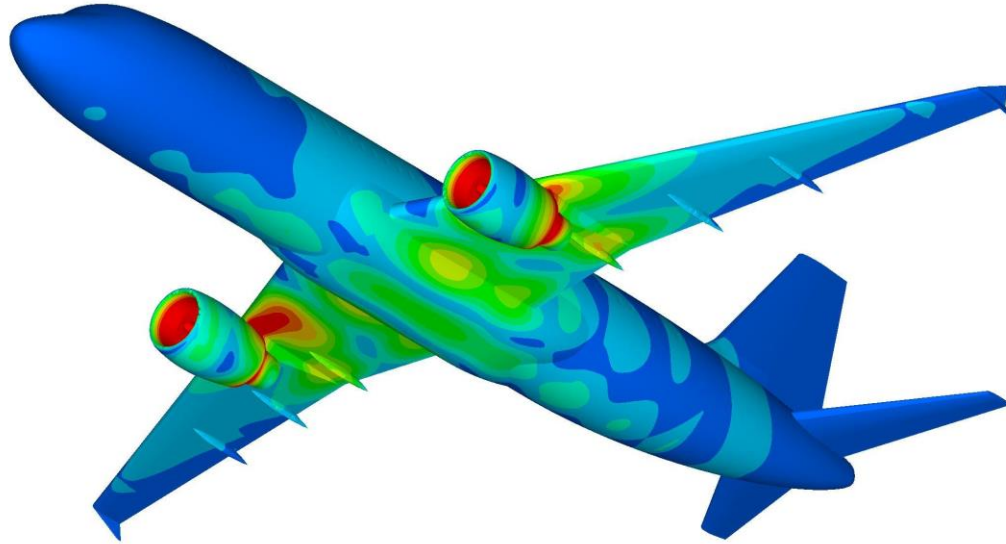


Discrétisation spatiale par la méthode des éléments finis



Exemples d'application

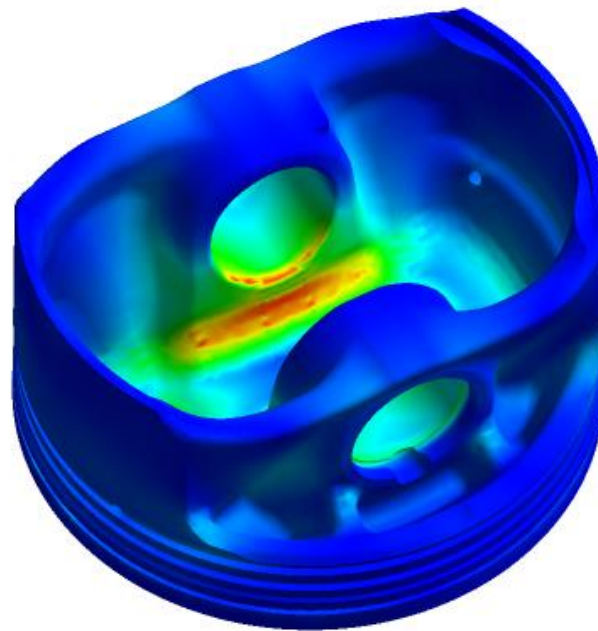
-12-



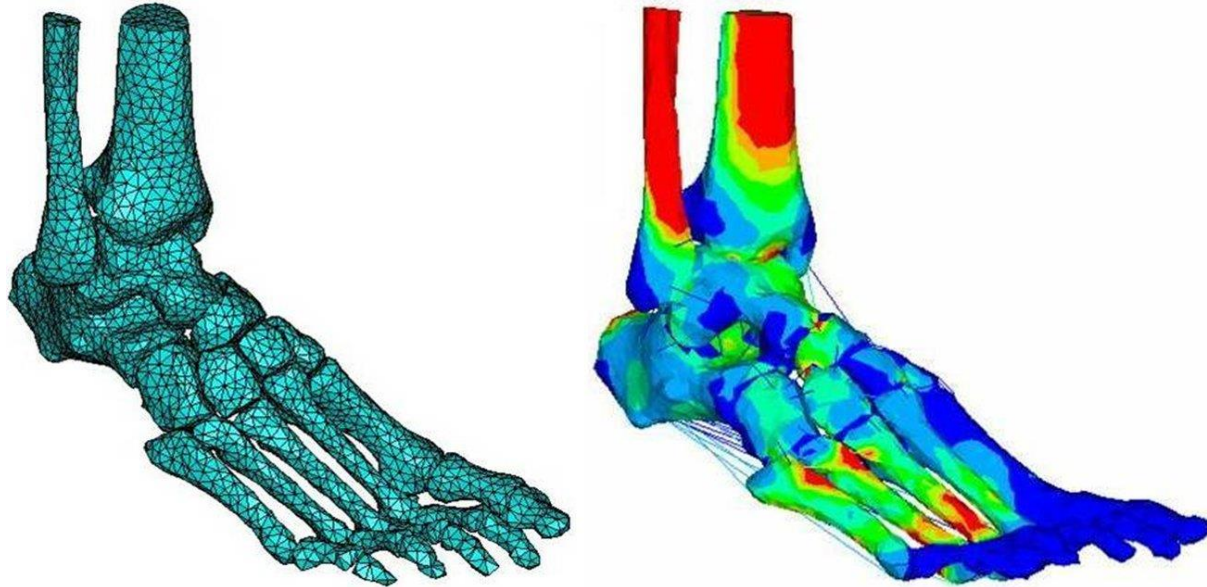
Distribution des températures à la surface d'un A320 en vol

Exemples d'application

Distribution des
contraintes et pressions
dans un piston de
véhicule automobile
(sans combustion)



Exemples d'application



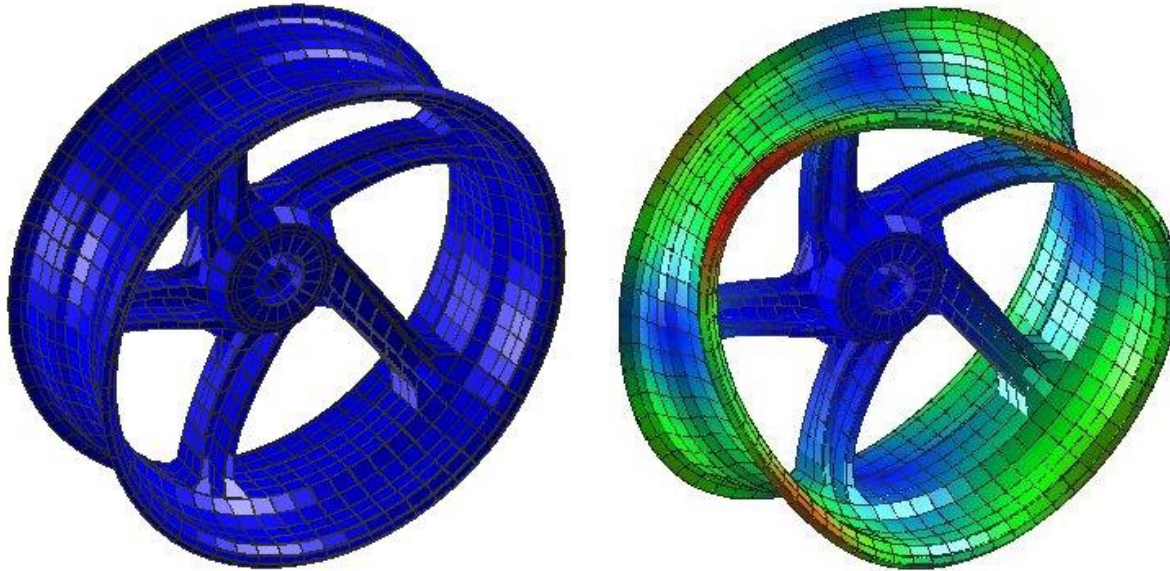
Distribution des contraintes dans les os du pied en appui

Exemples d'application

Distribution des
contraintes dans
la voûte d'une
cathédrale
gothique



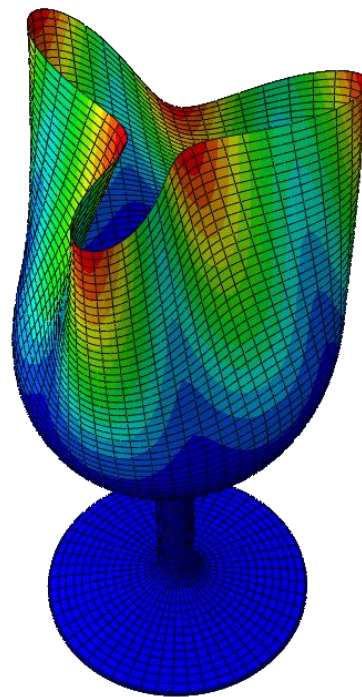
Exemples d'application



Forme propre associée à la première fréquence naturelle d'une jante de motorcycle

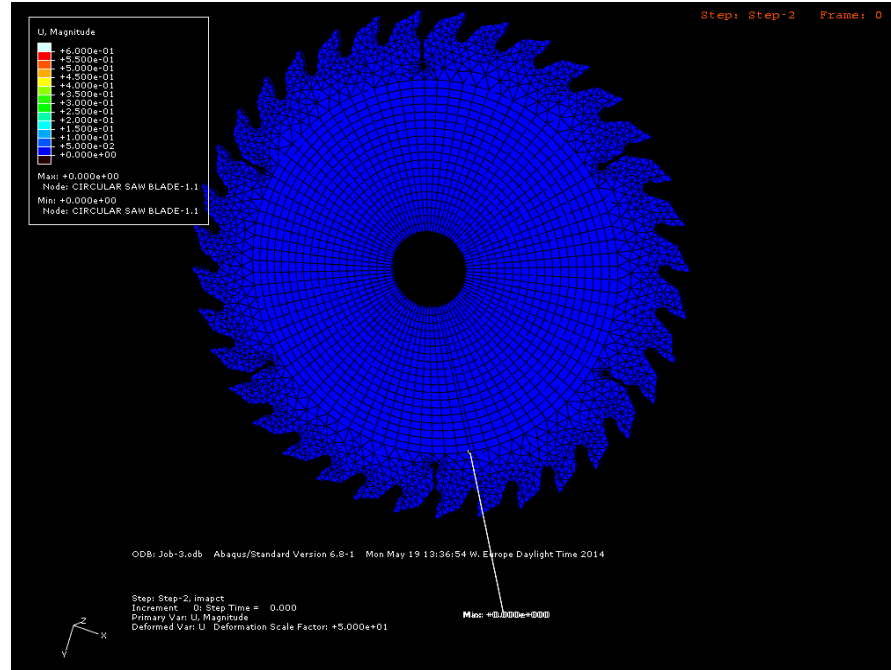
Exemples d'application

Forme propre
radiale trilobée d'un
verre à vin



Exemples d'application

-18-

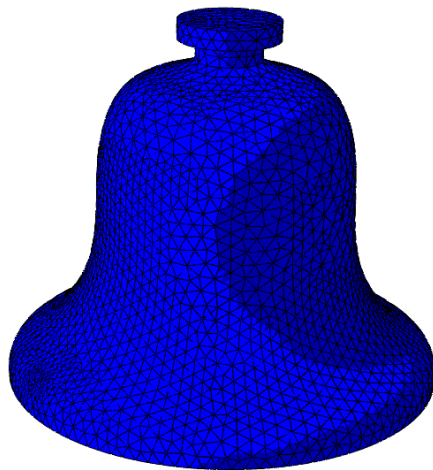
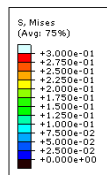


Réponse
temporelle du
disque d'une scie
circulaire lors
d'un impact sur
une dent

Exemples d'application

-19-

Contraintes
temporelles de
von Mises dans
une cloche lors
de l'impact du
battant



Step: Step-2 Frame: 0

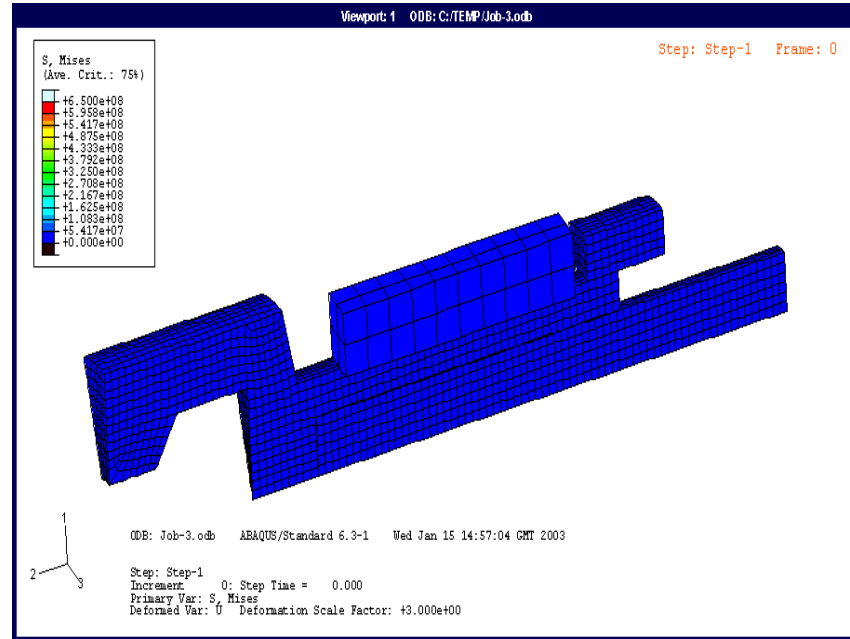
ODB: Job-1-MODAL-PLUS.odb Abaqus/Standard Version 6.8-1 Wed May 21 10:18:46 W. Europe Daylight Time 2014



Step: Step-2
Increment: 0, Step Time = 0.000
Primary Var: S, Mises
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +2.000e+04

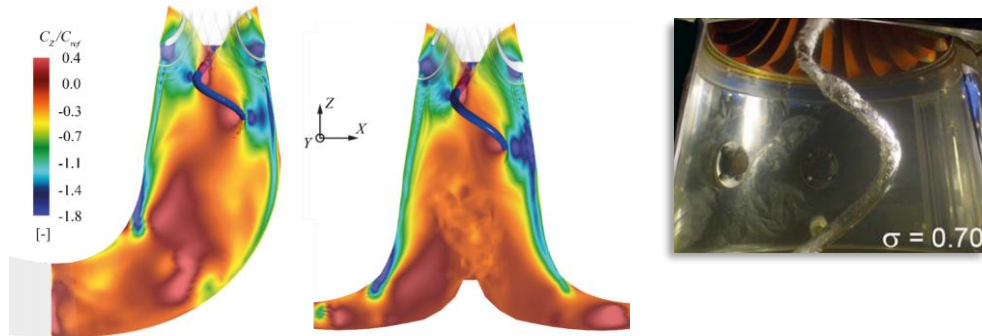
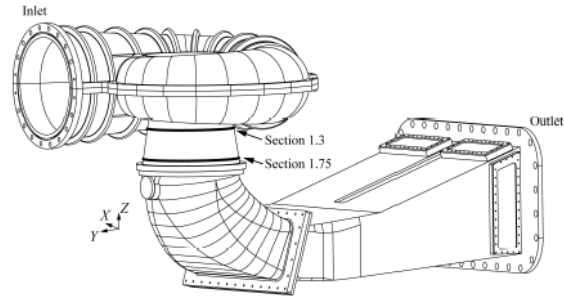
Exemples d'application

-20-



Comportement d'un joint mixte acier-composite et essai de traction

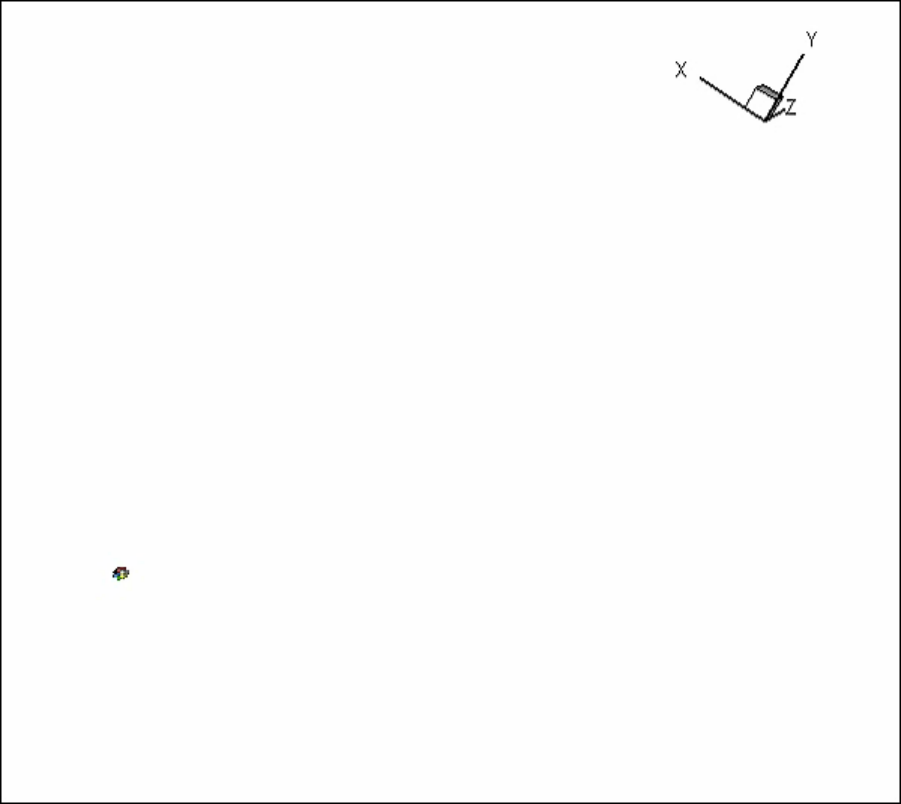
Precessing vortex rope in Francis turbines



Streaklines $m=1$

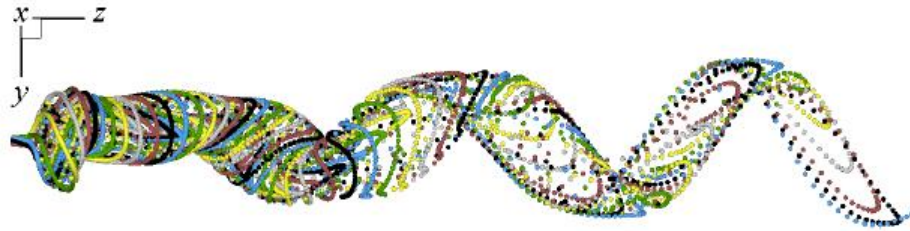
$S=1.3$

$Re=120$



Streaklines $m=1$

$S=1.3$
 $Re=120$

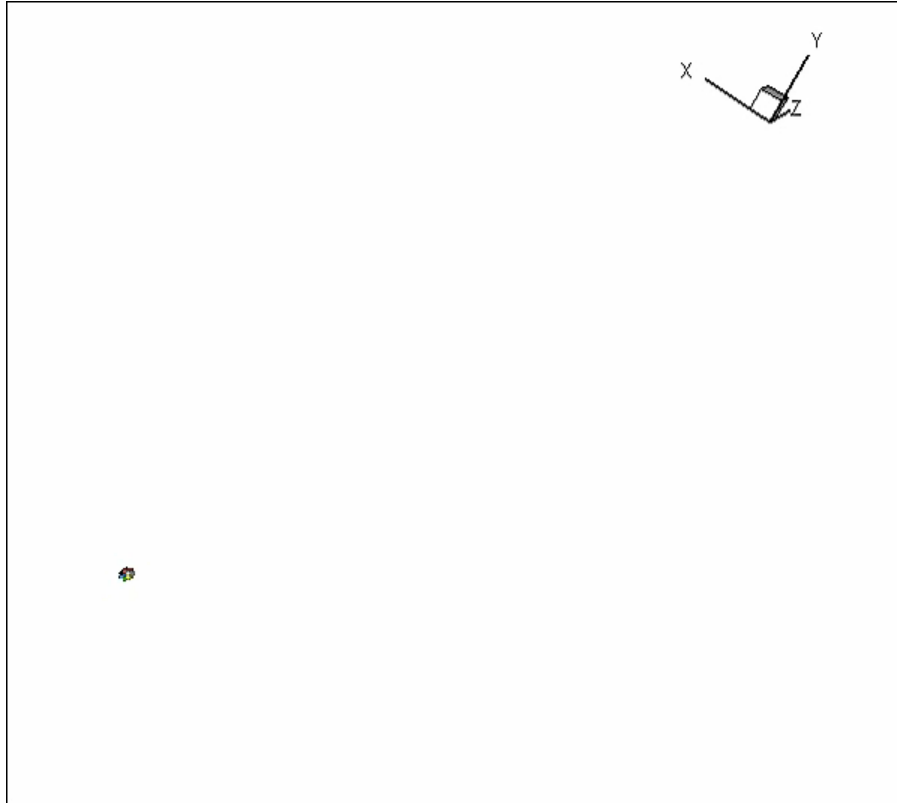


Streaklines

$m=2$

$S=1.5$

$Re=100$

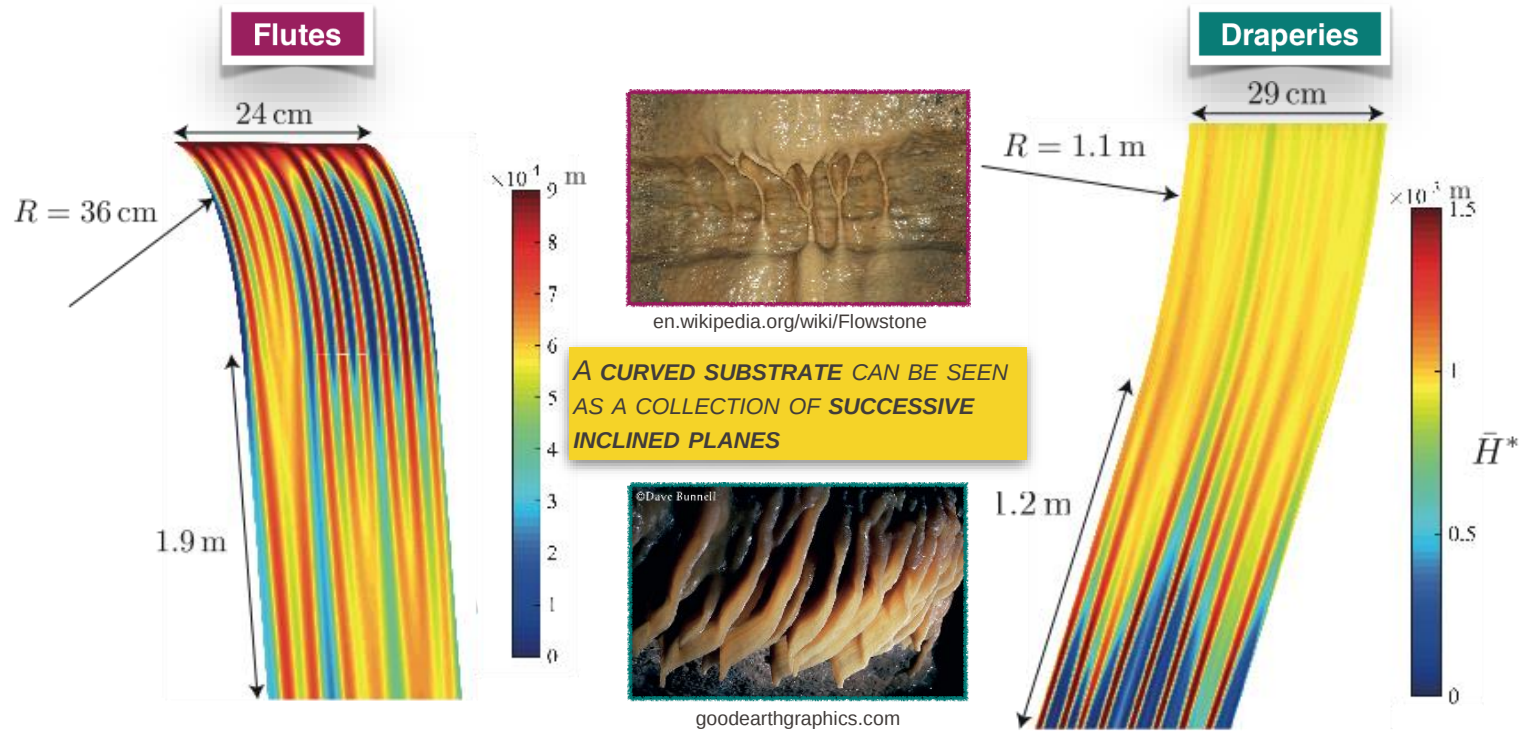


Streaklines $m=2$

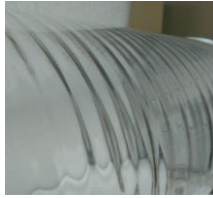
$S=1.5$
 $Re=100$



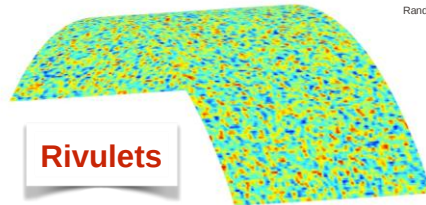
Speleothems



Nonlinear effects



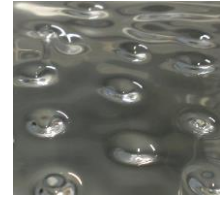
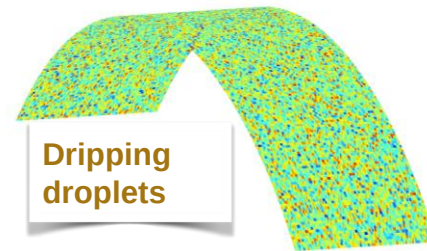
$$Bo = 60$$



Random noise initial condition

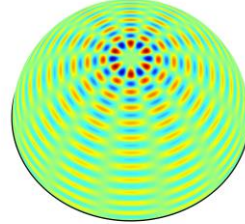
$$\varepsilon = 10^{-3}$$

$$Bo = 180$$



Flow underneath a half-sphere

$$Bo = 150, m_0 = 6, \varepsilon = 10^{-2}$$



*THE LARGER THE **BOND**
NUMBER, THE **MORE**
NUMEROUS THE **DROPLETS***



Fin de l'introduction