

Méthode des éléments finis

Introduction

Prof. F. Gallaire

(cours conçu par Pr. Thomas Gmür)

Description du cours

- Objectif du cours : initier l'étudiant à la méthode des éléments finis qui constitue la technique numérique la plus courante 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
 - Ex cathedra (2h par semaine) avec exercices (1h par semaine)
 - 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)

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

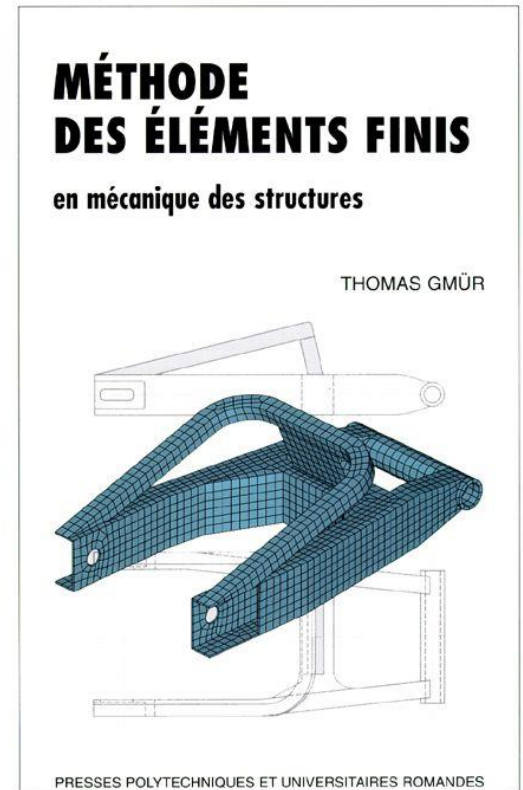
Description du cours

- 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

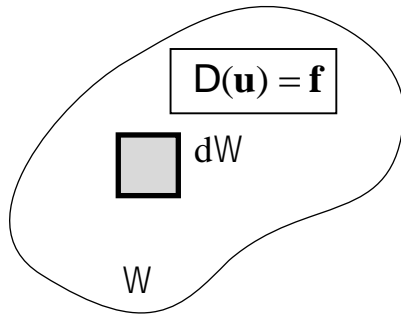


Description du cours

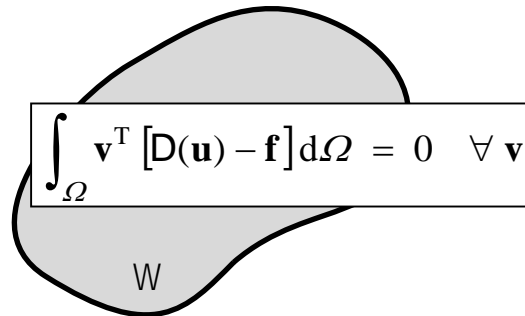
- Contrôle des connaissances
 - Examen écrit en session d'hiver
 - Nombre de crédits : 3 ECTS
- Préparation pour
 - Modélisation et simulation par éléments finis
 - Dynamique numérique des solides et des structures
 - Méthodes de discrétisation en fluides
 - Numerical methods in heat transfer
 - Projets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

Classification des méthodes de résolution

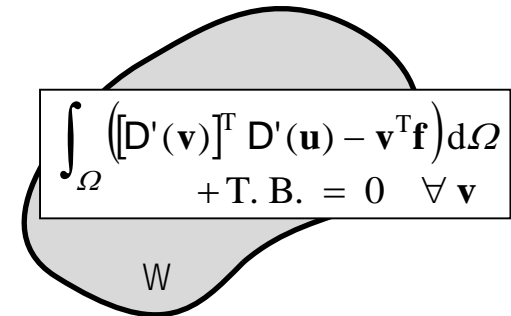
Forme forte



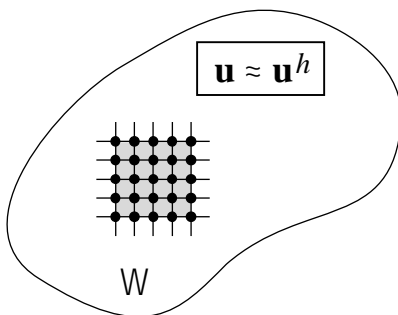
Forme intégrale



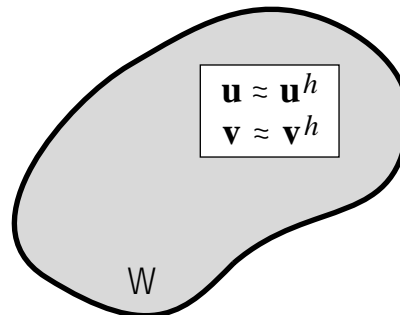
Forme faible



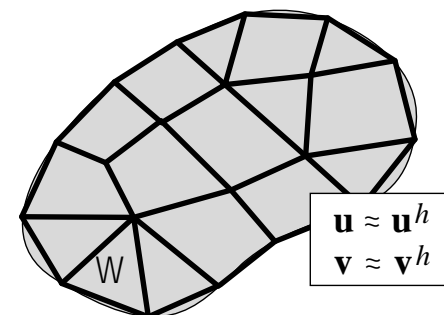
Méthodes des différences finies



Méthodes des résidus pondérés



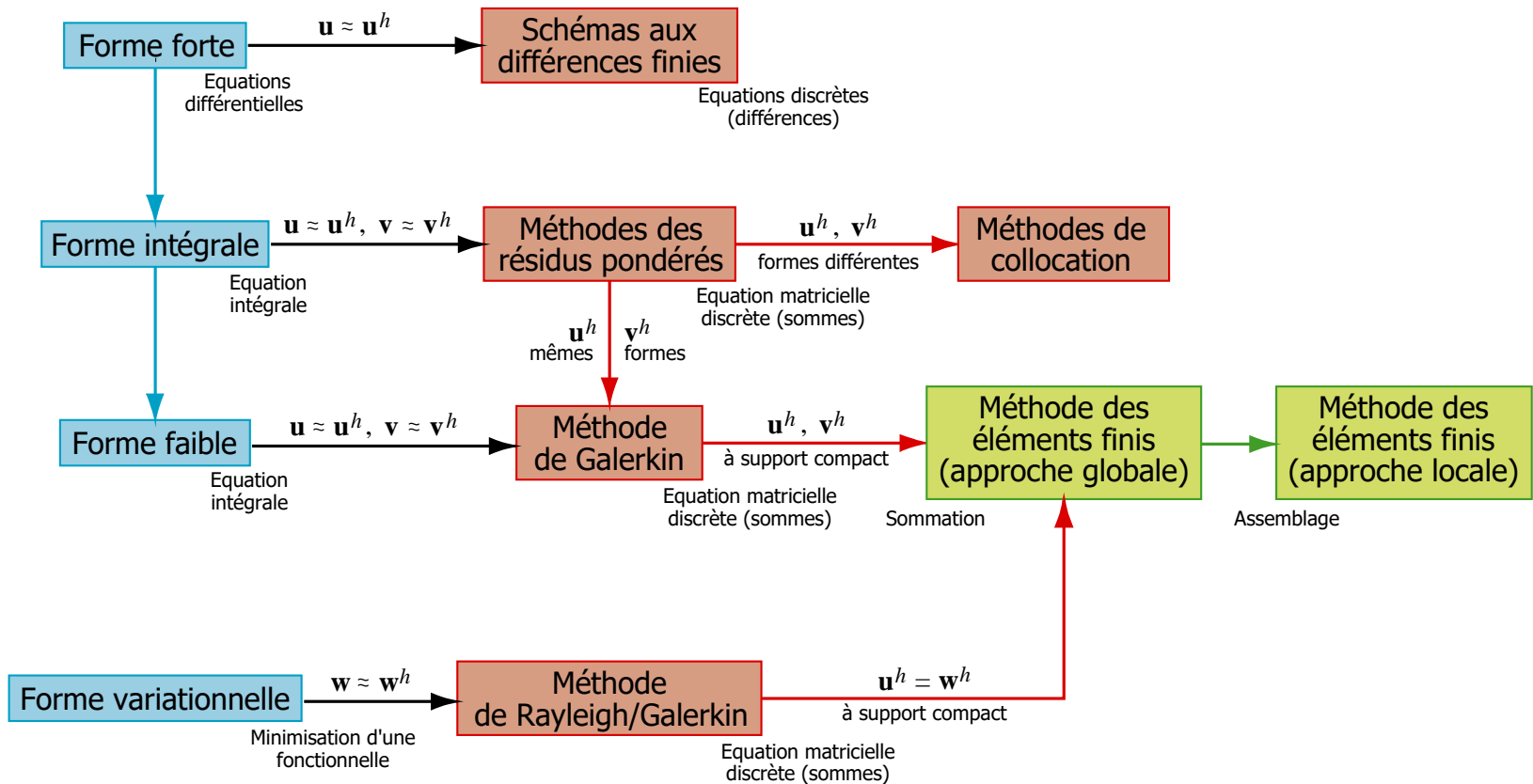
Méthodes de Galerkin et des éléments finis



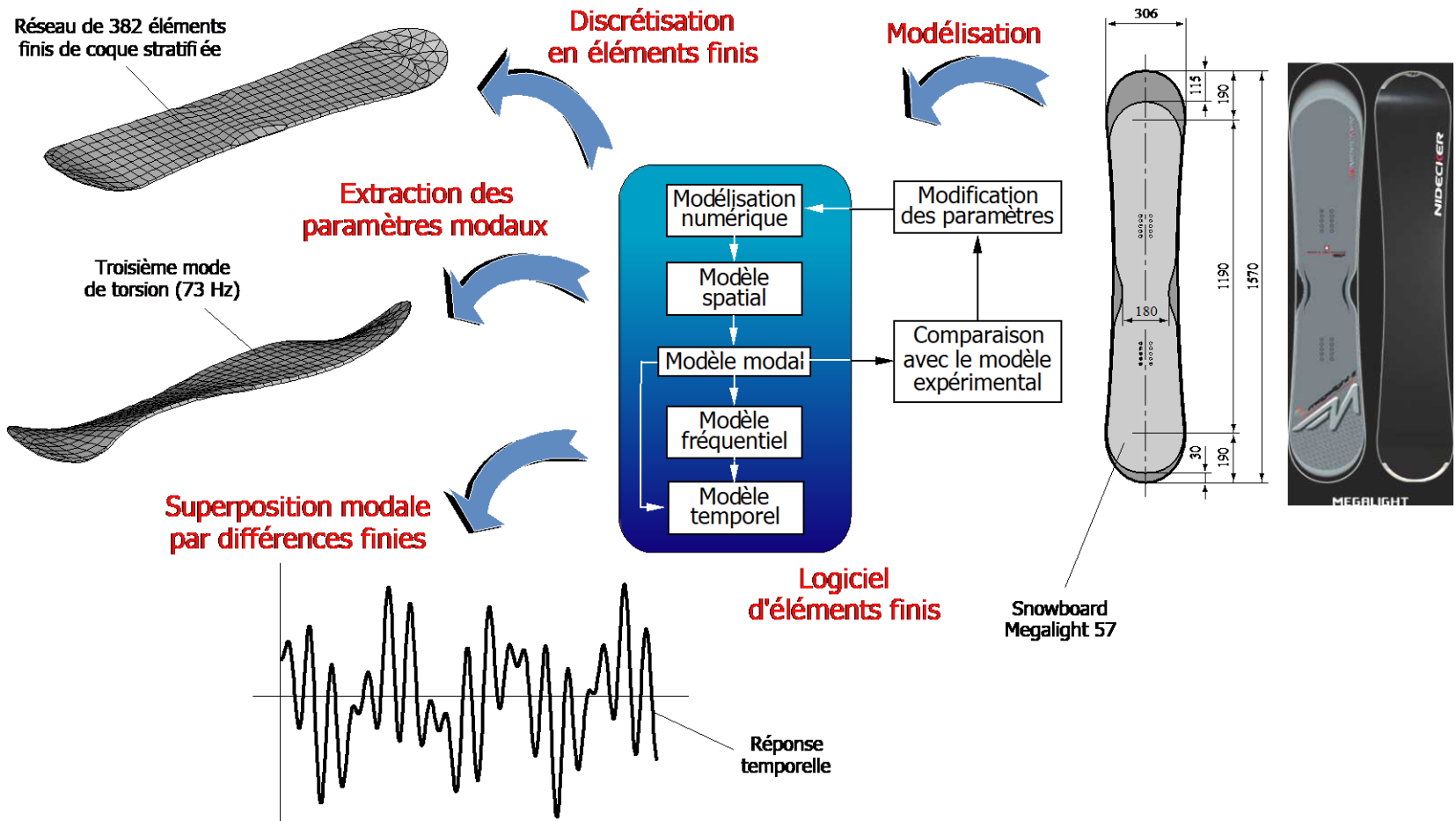
Origines de la méthode des éléments finis

Résolution exacte

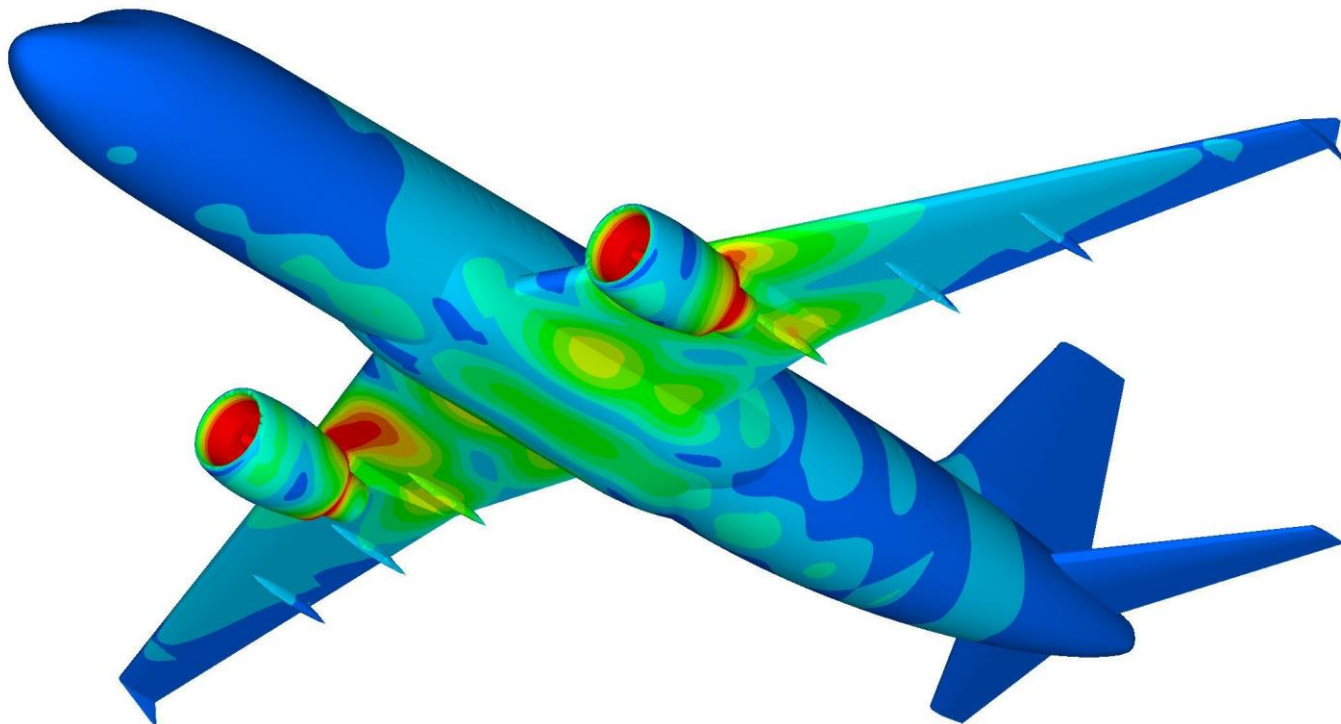
Résolution approchée



Discrétisation spatiale par la méthode des éléments finis



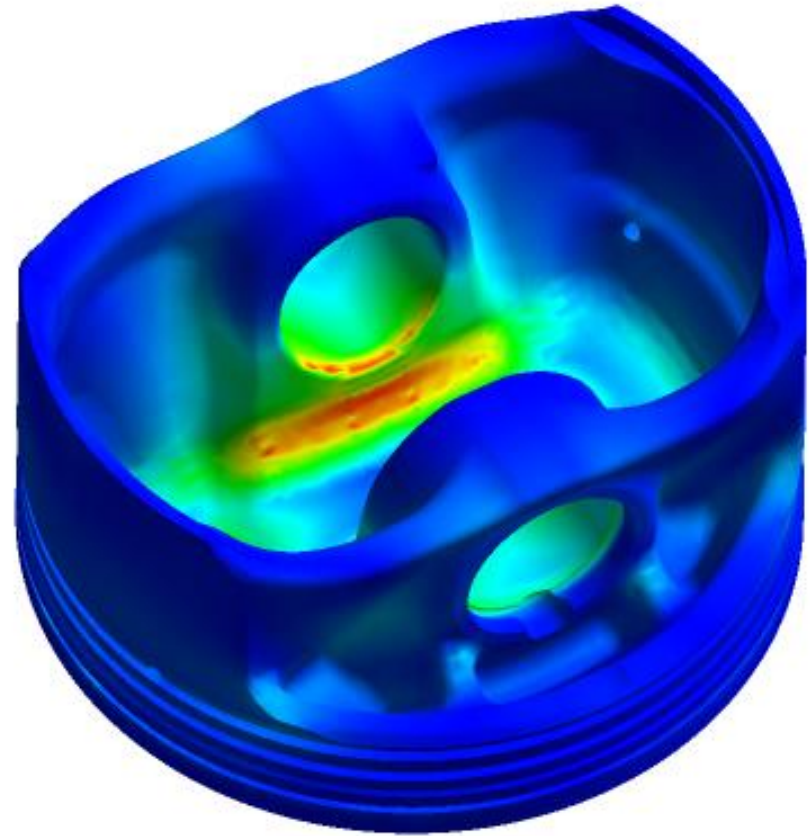
Exemples d'application



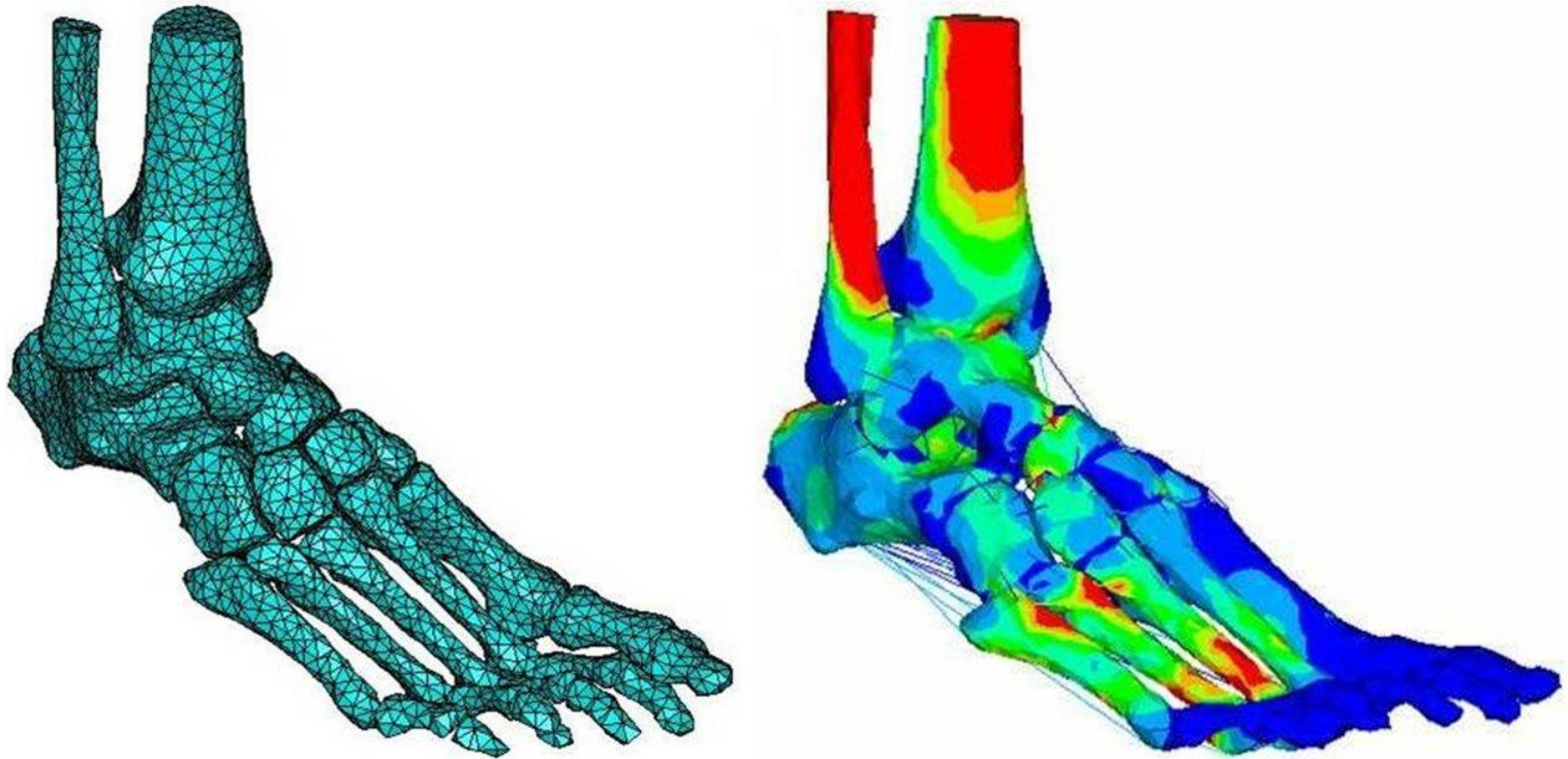
Distribution des températures à la surface d'un A320 en vol

Exemples d'application

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



Exemples d'application



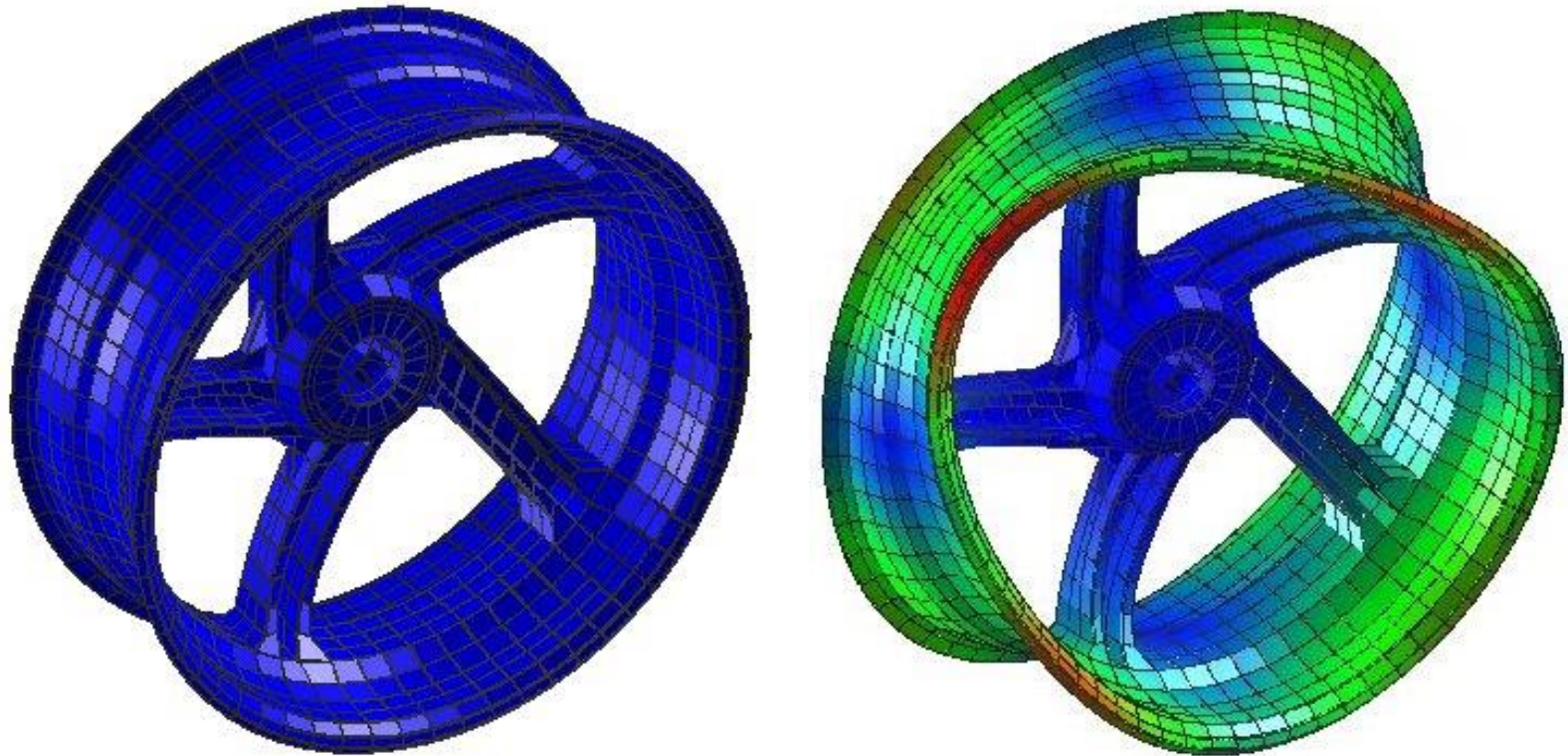
Distribution des contraintes dans les os du pied en appui

Exemples d'application

Distribution des contraintes dans la voûte d'une cathédrale gothique



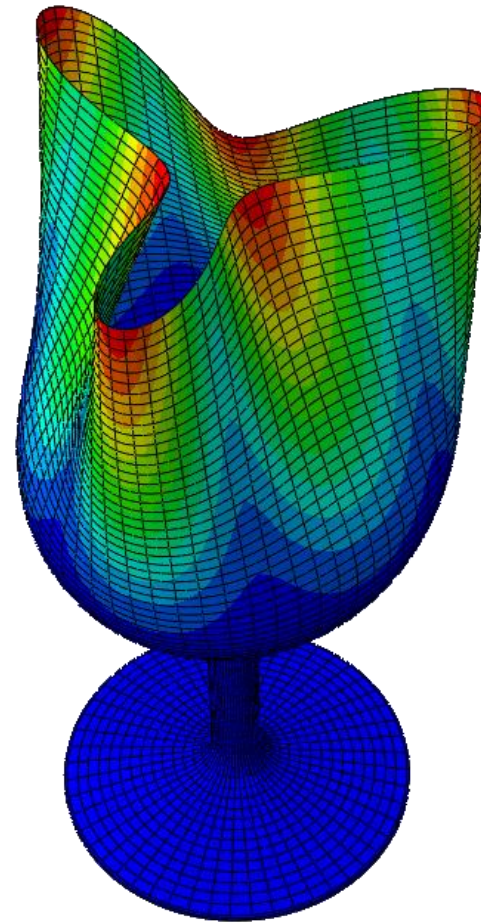
Exemples d'application



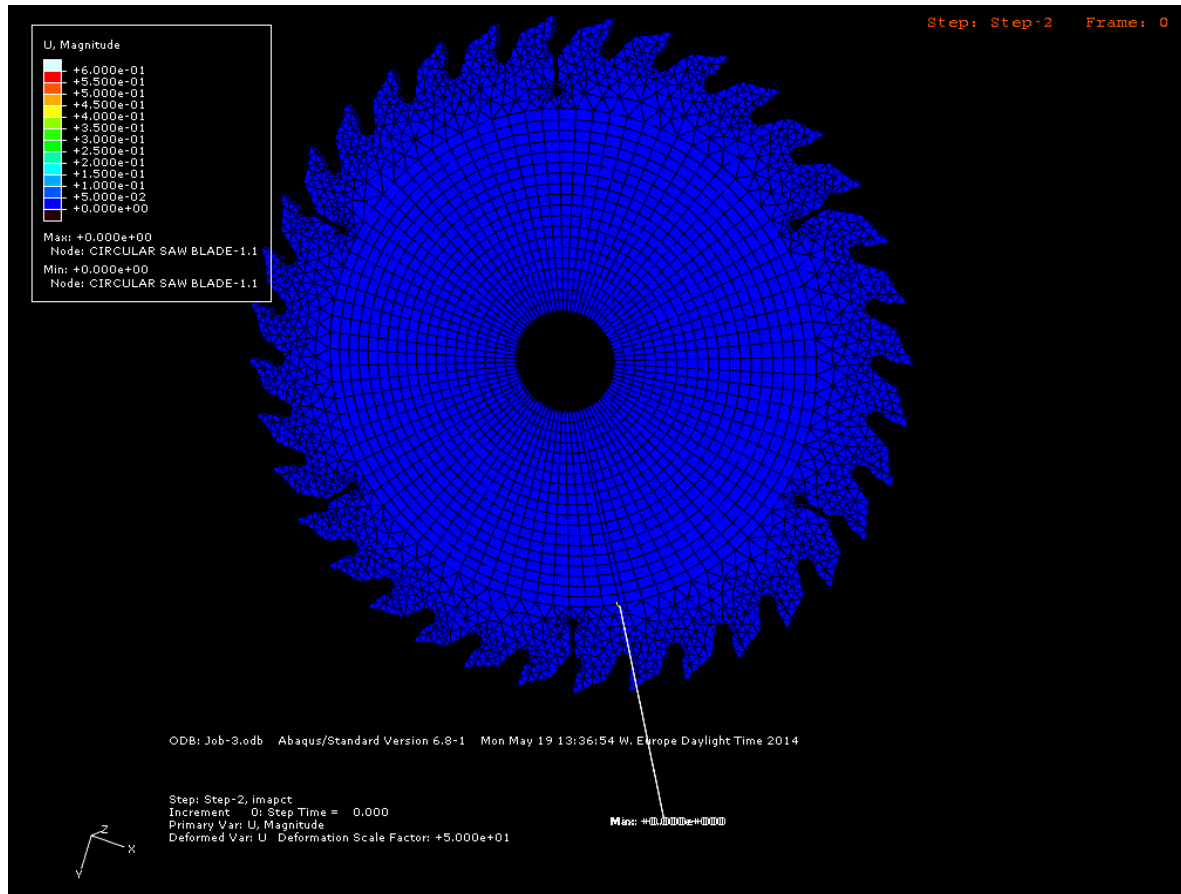
Forme propre associée à la première fréquence naturelle d'une jante de motocycle

Exemples d'application

Forme propre
radiale trilobée d'un
verre à vin

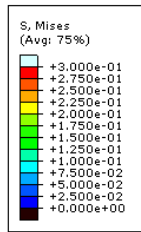


Exemples d'application

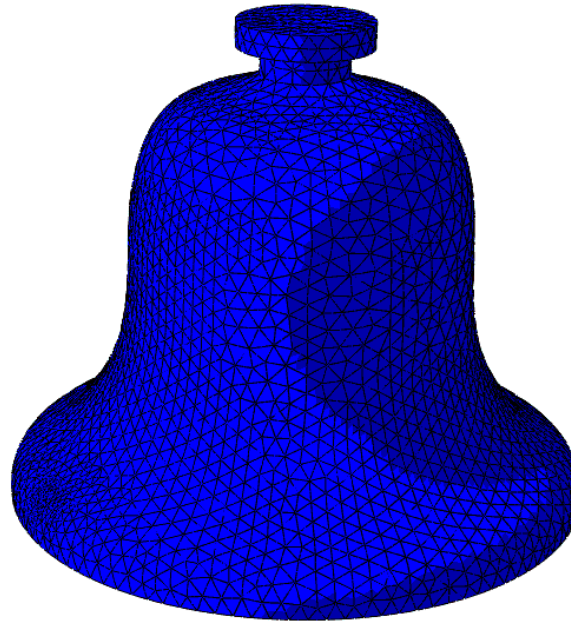


Réponse
temporelle du
disque d'une scie
circulaire lors
d'un impact sur
une dent

Exemples d'application



Step: Step-2 Frame: 0

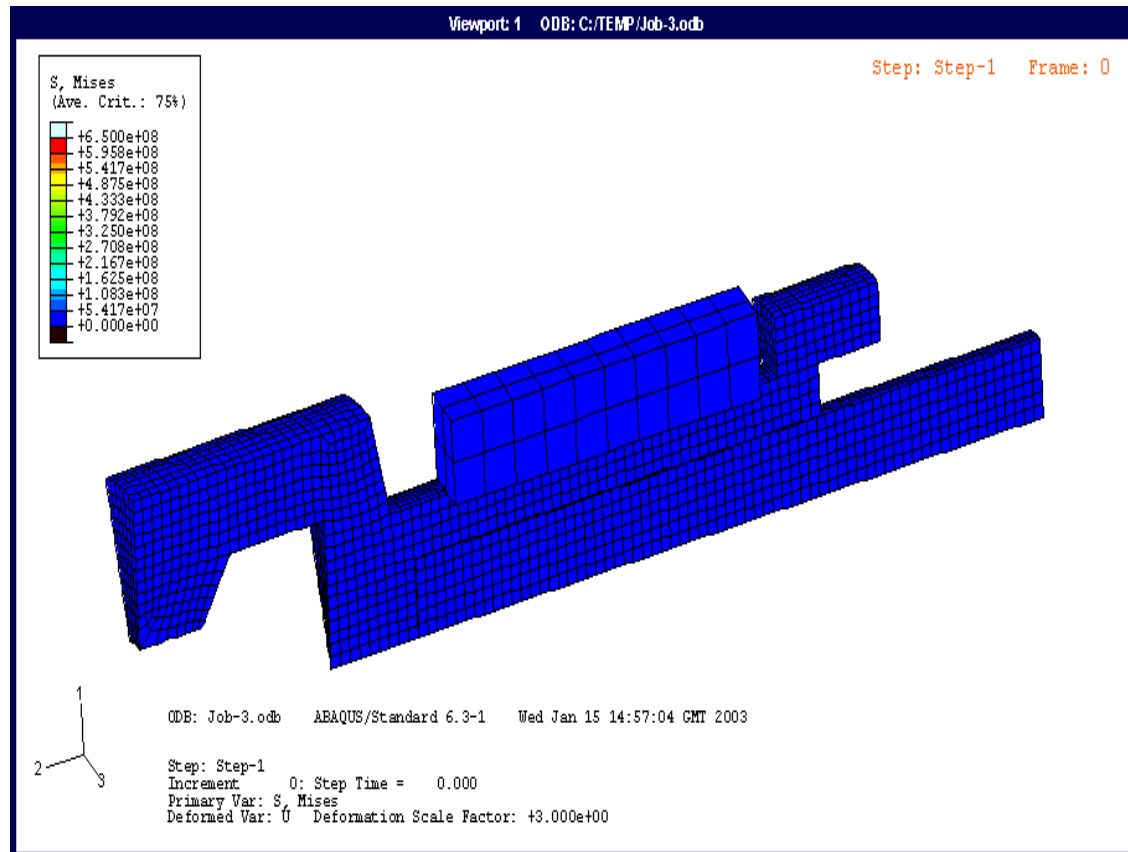


Contraintes
temporelles de
von Mises dans
une cloche lors
de l'impact du
battant

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



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

Streaklines

$m=1$

$S=1.3$
 $Re=120$



Streaklines
 $m=2$

$S=1.5$
 $Re=100$

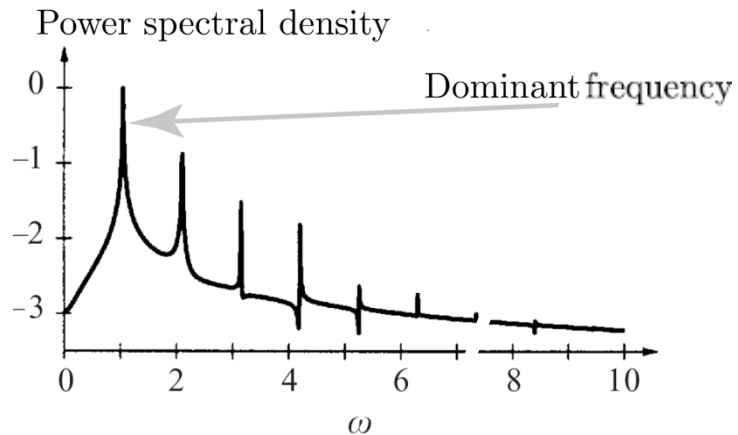
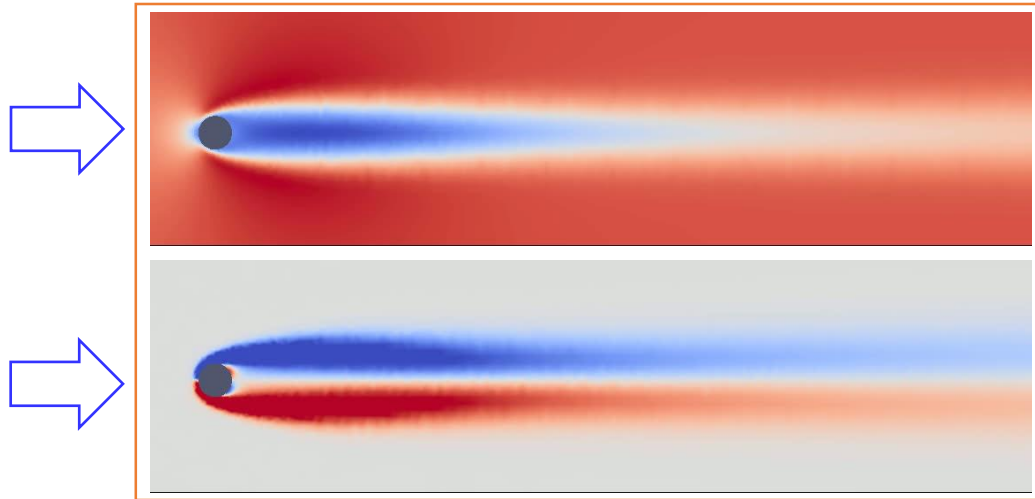


1. Cylinder wake

Cylinder wake

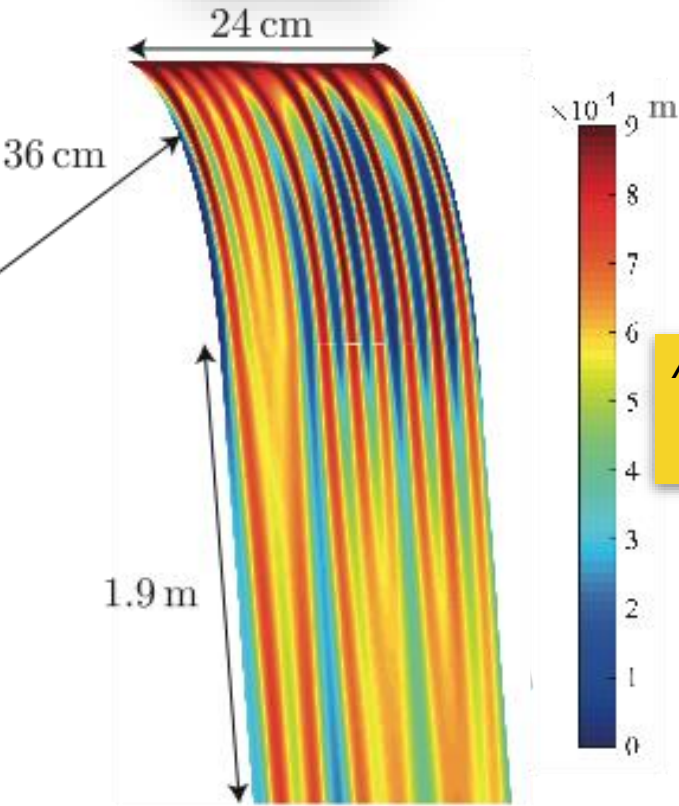
Oscillator, intrinsic dynamics, absolutely unstable

Globally unstable $Re > 47$



Speleothems

Flutes



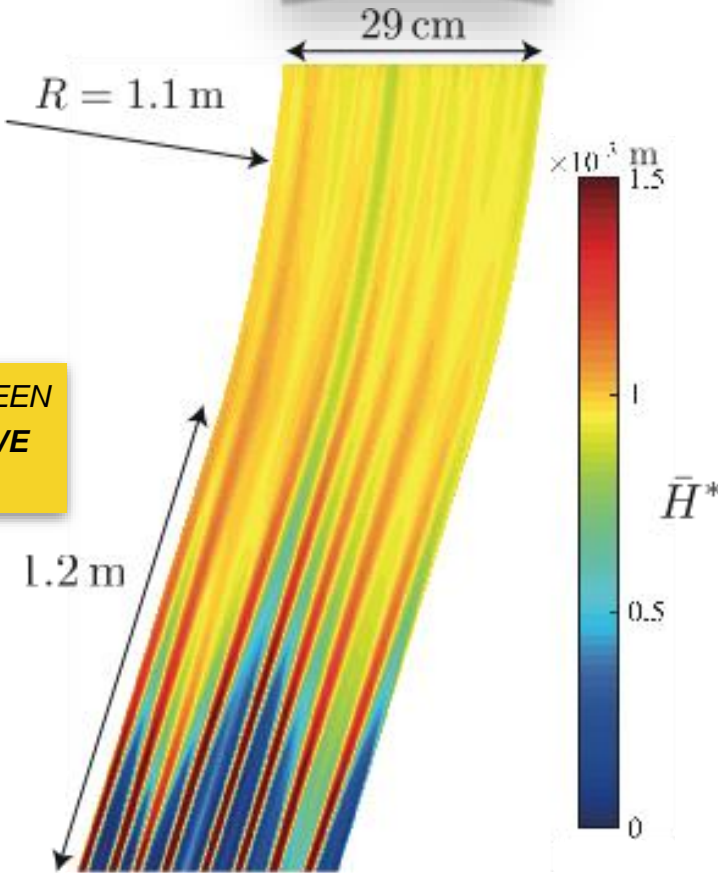
en.wikipedia.org/wiki/Flowstone

A CURVED SUBSTRATE CAN BE SEEN AS A COLLECTION OF SUCCESSIVE INCLINED PLANES

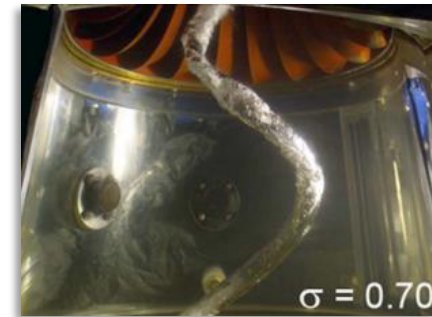
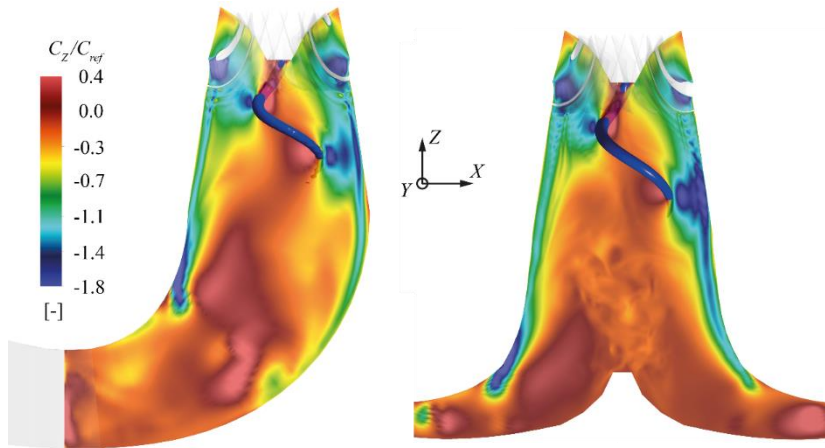
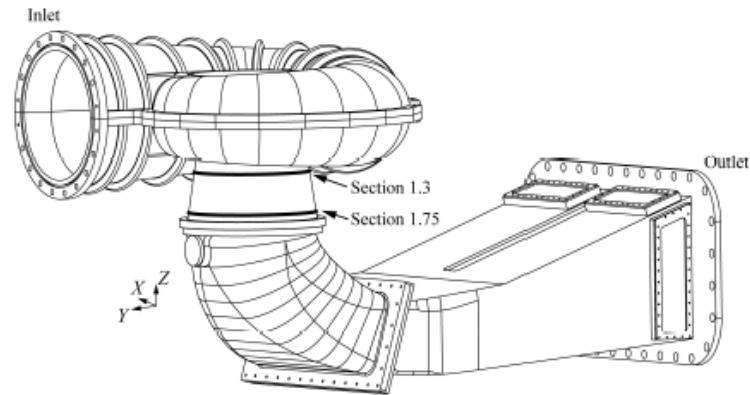


goodearthgraphics.com

Draperies



Precessing vortex rope in Francis turbines



Fin de l'introduction