



**HAL**  
open science

## Modèle réduit EF pour l'étude des vibrations hydroélastiques autour d'un état précontraint

Christophe Hoareau, Jean-François Deü

### ► To cite this version:

Christophe Hoareau, Jean-François Deü. Modèle réduit EF pour l'étude des vibrations hydroélastiques autour d'un état précontraint. 7ème édition des Journées Jeunes Chercheurs en vibrations, Acoustique et Bruit, JJCAB 2017, Nov 2017, Saint-Ouen (Seine-Saint-Denis), France. hal-04050165

**HAL Id: hal-04050165**

**<https://cnam.hal.science/hal-04050165>**

Submitted on 29 Mar 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.

# Modèle réduit EF pour l'étude des vibrations hydroélastiques autour d'un état précontraint

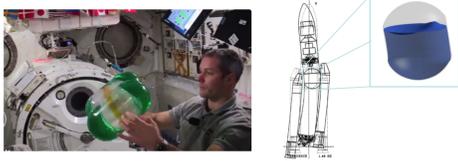
C. HOAREAU, J.-F. DEÛ

Laboratoire de Mécanique des Structures et des Systèmes Couplés (LMSSC)  
Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM)  
(christophe.hoareau, jean.francois.deu)@cnam.fr

Mots clés :  
fluide-structure, éléments-finis, grands déplacements,  
hydroélasticité, charge suiveuse hydrostatique

## Contexte

**C** Comportement dynamique de structures avec un liquide interne à surface libre.

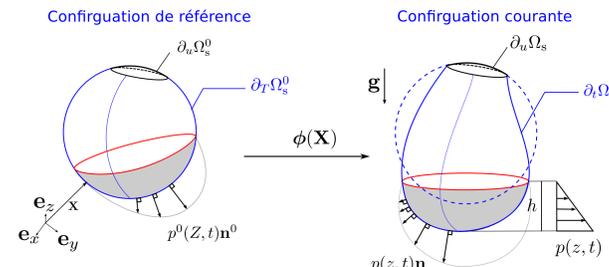


**?** Peut-on estimer l'influence des non-linéarités géométriques sur le comportement dynamique du système couplé ?

Exemple : Utilisation de membrane ou de matériaux hyperélastiques

## Calcul non-linéaire quasi-statique

**1A** Problème non linéaire géométrique avec forces suiveuses hydrostatiques [1,2,3,4,5]



Equation EF non-linéaire

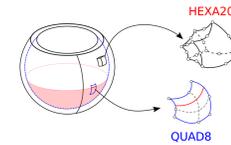
$$\mathbf{F}_{int}(\mathbf{Q}) - \mathbf{F}_{ext}(\mathbf{Q}) = 0$$

Méthode de Newton Raphson

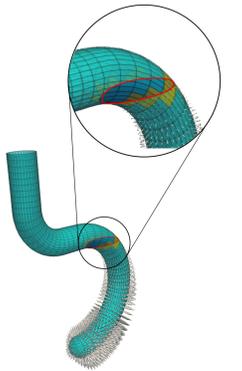
$$\mathbf{K}_{tan} = \mathbf{K}_{suiv} + \mathbf{K}_{mat} + \mathbf{K}_{geo}$$

Loi hyperélastique (ex: MR, SVK)

Méthode de ligne de niveau\*



\*La méthode de ligne de niveau n'est appliquée que sur la surface interne maillée en QUAD 8

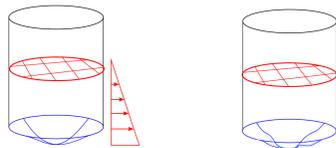


## Démarche : Étude paramétrique du problème hydroélastique

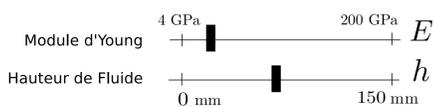
### Objectif

Calculer les vibrations hydroélastiques autour d'un état précontraint

Cas d'étude : Cylindre rigide à fond souple [6]

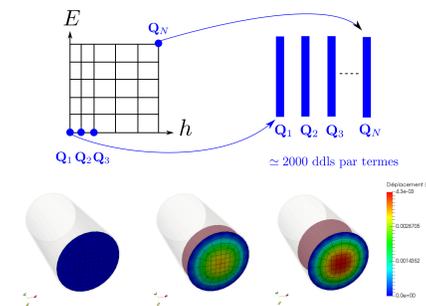


Espace paramétrique

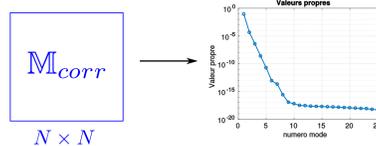


### Étape 1 : Réduction de modèle du problème NL

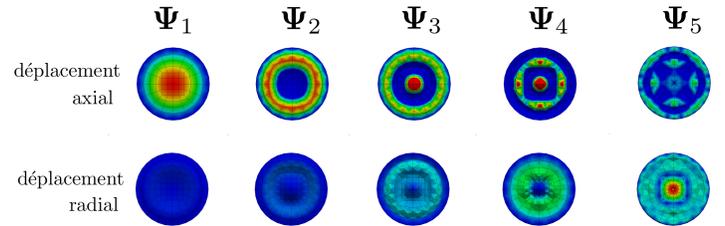
Méthode des snapshots [7]



Matrice de corrélation



Calcul des modes POD  $\Psi_i$

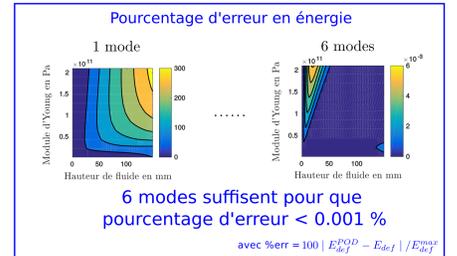


Projection sur base POD

$$\mathbf{Q}_{pod}(e, h) = \sum \alpha_i \Psi_i$$

Energie de déformation

$$E_{def} = \int_{\Omega^0} \mathbf{S} : \mathbf{E} d\Omega$$

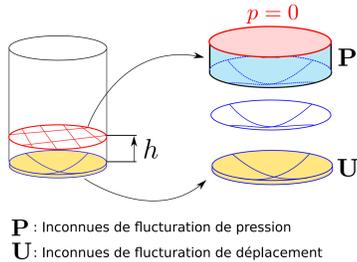


### Étape 2 : Vibrations hydroélastiques autour d'un état précontraint

Hypothèses

Fluide	Structure
Incompressible Irrotationnel Non-visqueux Sans TS	Linéarisée Précontrainte Homogène isotrope

Problème couplé fluide-structure (U,P)

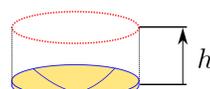


Calcul des modes hydroélastiques

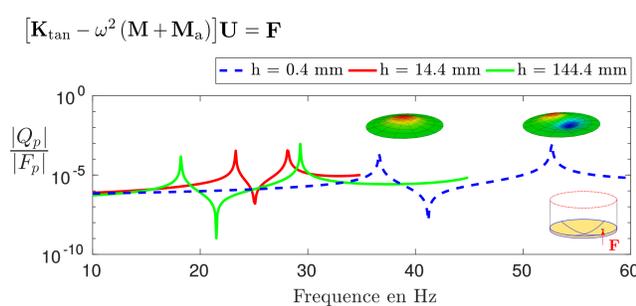
$$[\mathbf{K}_{tan} - \omega^2 (\mathbf{M} + \mathbf{M}_a)] \Phi = 0$$

$$\mathbf{M}_a = \rho_f \mathbf{C} \mathbf{H}^{-1} \mathbf{C}^T$$

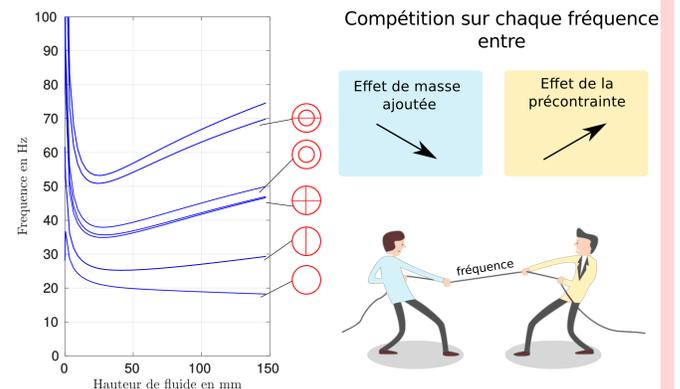
Matrice pleine sur les ddls d'interface



FRF du fond souple pour différentes hauteurs de fluide

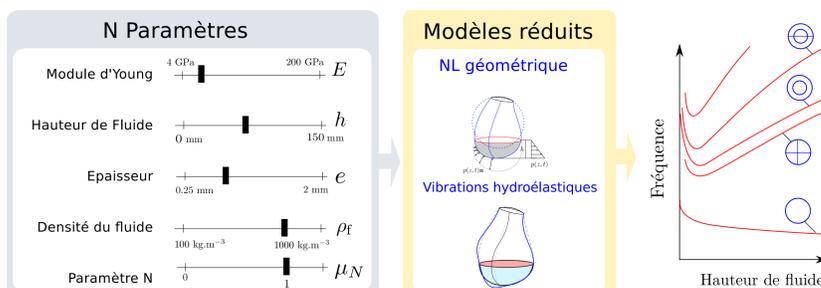


### Evolution des fréquences en fonction de la hauteur de fluide



## Conclusions et perspectives

- ✓ Non-linéaire géométrique avec forces suiveuses hydrostatique
- ✓ Calcul d'une base réduite POD
- ✓ Hydroélasticité autour d'un état précontrainte
- ✗ Etude paramétrique robuste du calcul hydroélastique



## Bibliographie

- [1] H.-J. Morand, R. Ohayon, Wiley, 1995
- [2] J.-S. Schotté, R. Ohayon, JSV, 2013
- [3] M. Haßler, K. Schweizrhof, CMAME, 2008
- [4] A. Eriksson, A. Nordmark, A. Patil, Y. Zhou, C&S, 2016
- [5] C. Hoareau, J.-F. DeÛ, Proceeding Eurodyn X, 2017
- [6] M. Chiba, J Fluids Struct., 1992
- [7] N. Aubry, P. Holmes, J.L. Lumley, E. Stone, J. Fluid Mech., 1988.