

# Méthodes et applications pour les écoulements confinés

Philippe Lafon  
EDF R&D  
LaMSID

**LaMSID**

Laboratoire de Mécanique des  
Structures Industrielles Durables  
UMR CNRS EDF 2832




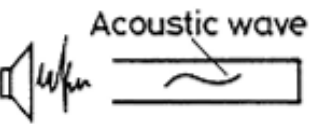
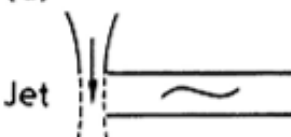
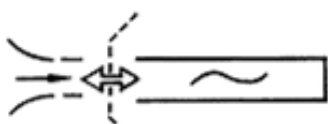


# Problèmes Fluide/Acoustique/Structure

« Excitation pure » « Accrochage » « Instabilité »

Réponse  
Vibratoire

Réponse  
Acoustique

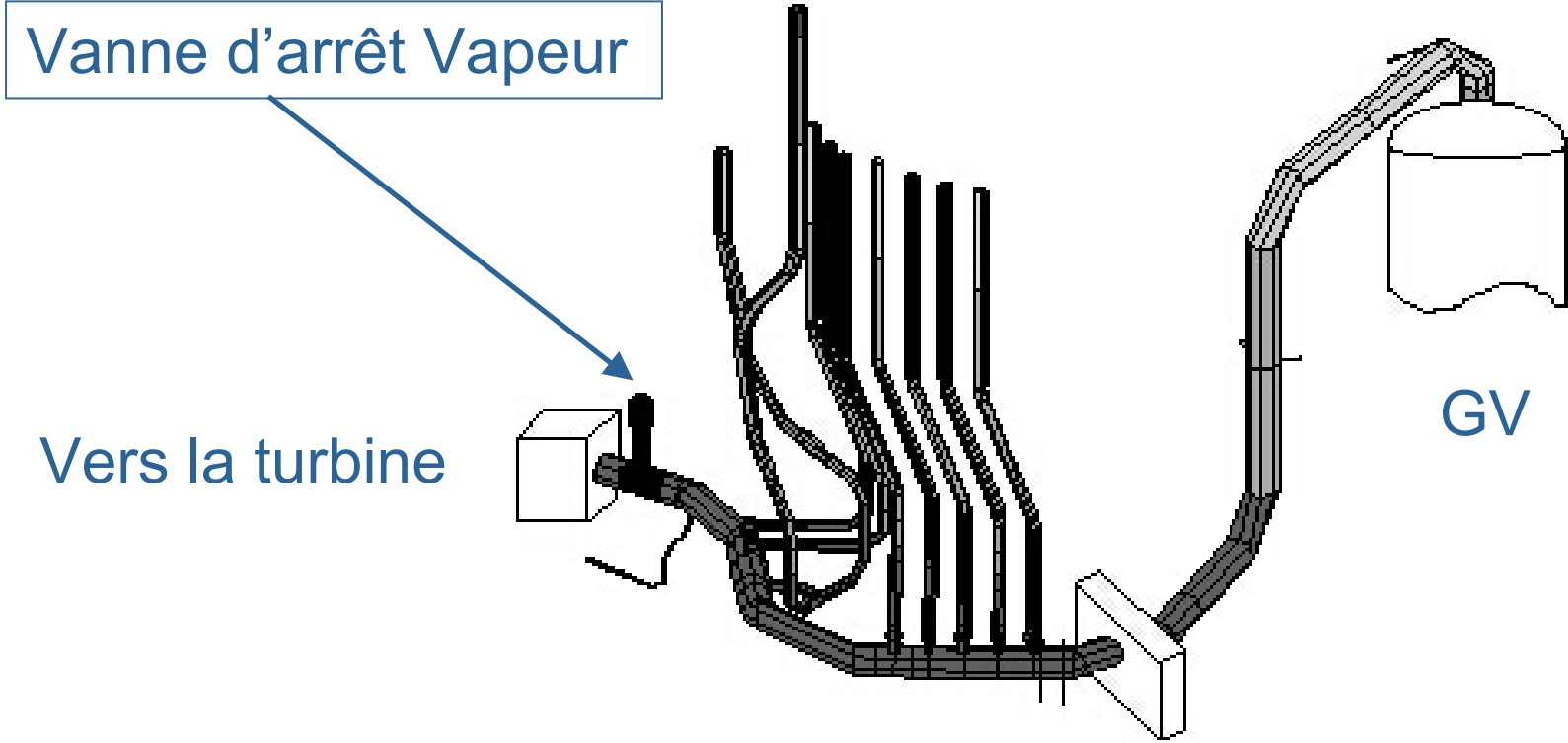
	EIE	IIE	MIE
BODY OSCILLATOR	<p>(a)</p>  <p>Turbulence buffeting</p>	<p>(c)</p>  <p>Vortex shedding</p>	<p>(e)</p>  <p>Flutter</p>
FLUID OSCILLATOR	<p>(b)</p>  <p>Noise (from loudspeaker)</p>	<p>(d)</p>  <p>Impinging shear layer</p>	<p>(f)</p>  <p>Oscillating shock front</p>

(Naudascher et Rockwell)

LaMSID

Laboratoire de Mécanique des  
Structures Industrielles Durables  
UMR CNRS EDF 2832

# Cas d'une vanne sifflante (1) : problème industriel



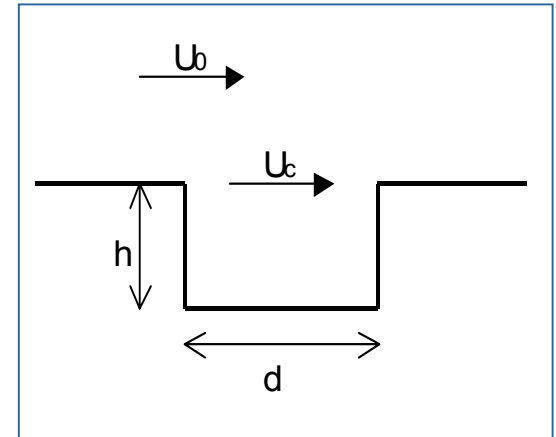
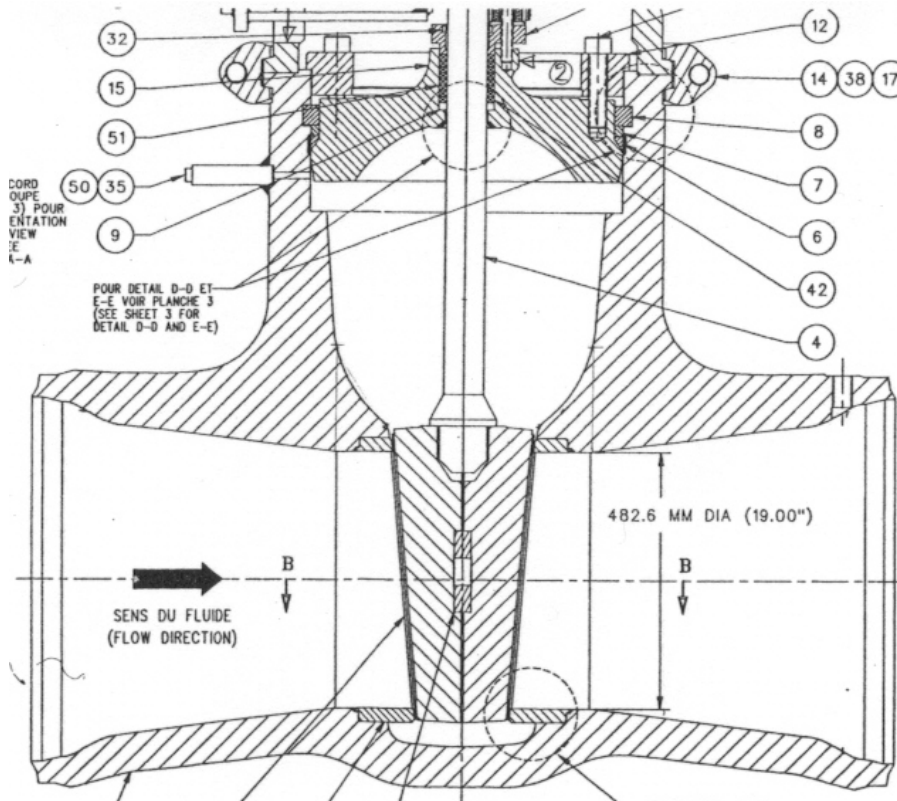
Mur Bâtiment Réacteur

LaMSID

Laboratoire de Mécanique des  
Structures Industrielles Durables  
UMR CNRS EDF 2832

# Cas d'une vanne sifflante (2) : identification du phénomène

Un problème de bruit de cavité?



Formule de Rossiter

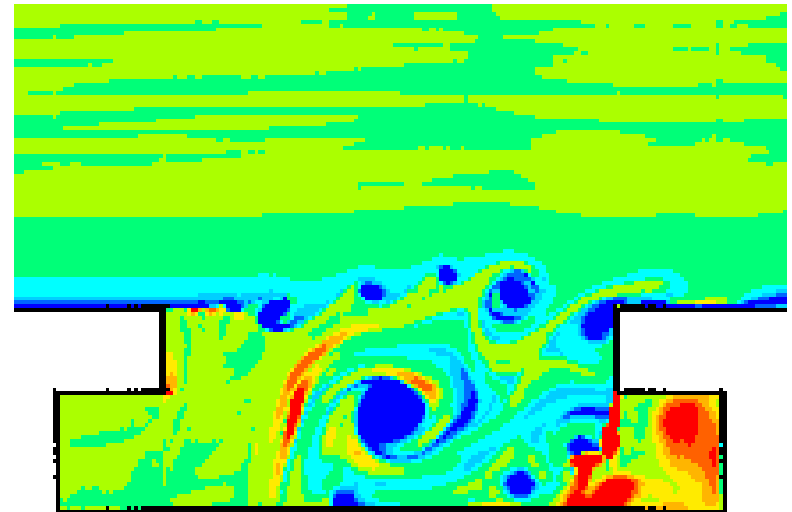
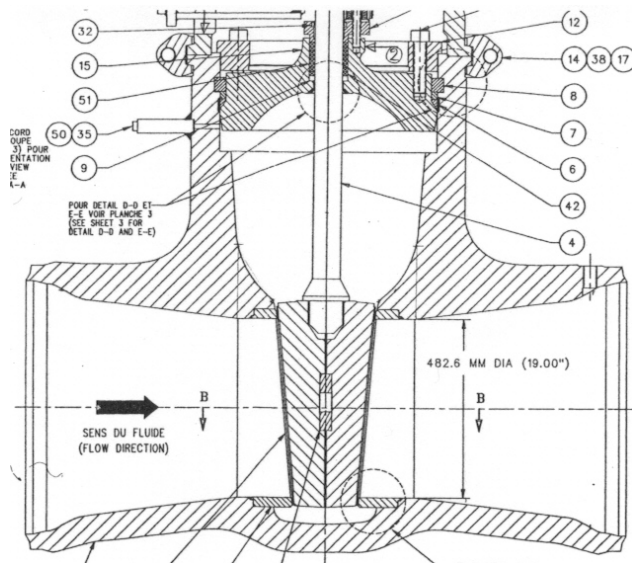
$$S_t = \frac{fd}{U_0} = \frac{n - \zeta}{M + \frac{U_0}{U_c}}$$

LaMSID

Laboratoire de Mécanique des  
Structures Industrielles Durables  
UMR CNRS EDF 2832

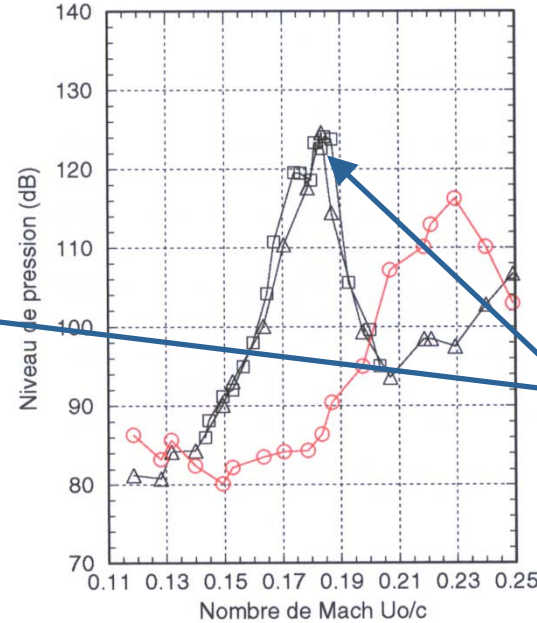
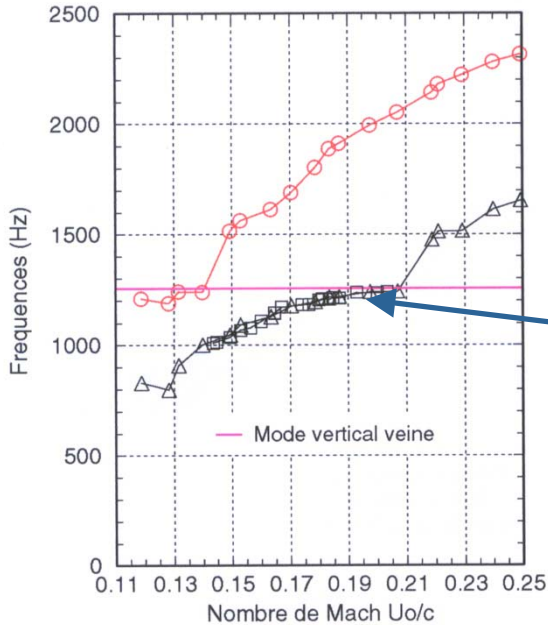
# Cas d'une vanne sifflante (3) : modélisation de la source

## Résolution des équations d'Euler 2D

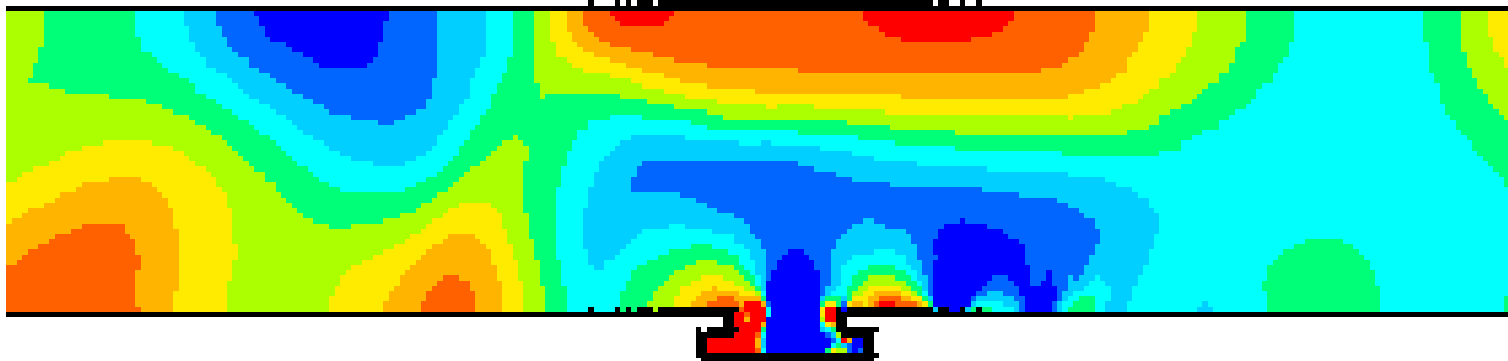


# Cas d'une vanne sifflante (4) : identification du mécanisme d'accrochage

Essais sur maquette



Accrochage  
entre le mode 2 de cavité  
et le 1er mode acoustique  
du conduit

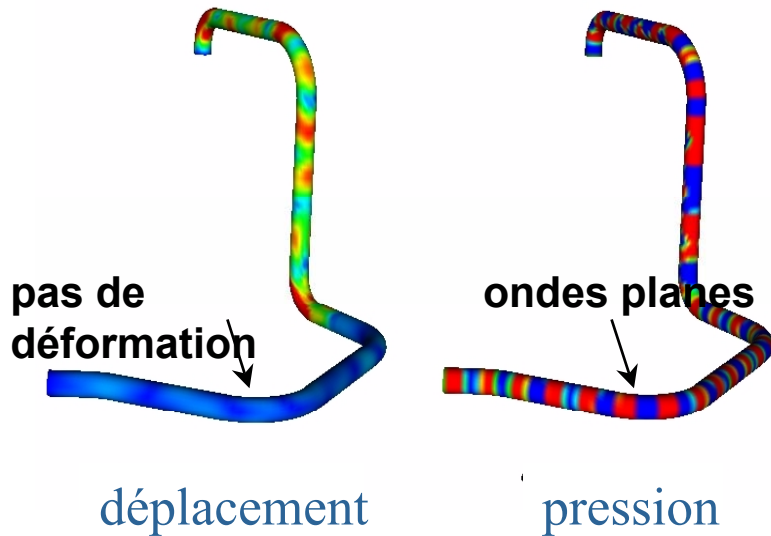


Calculs  
 $M = 0.18$

# Cas d'une vanne sifflante (5) : identification du mécanisme d'interaction fluide/structure

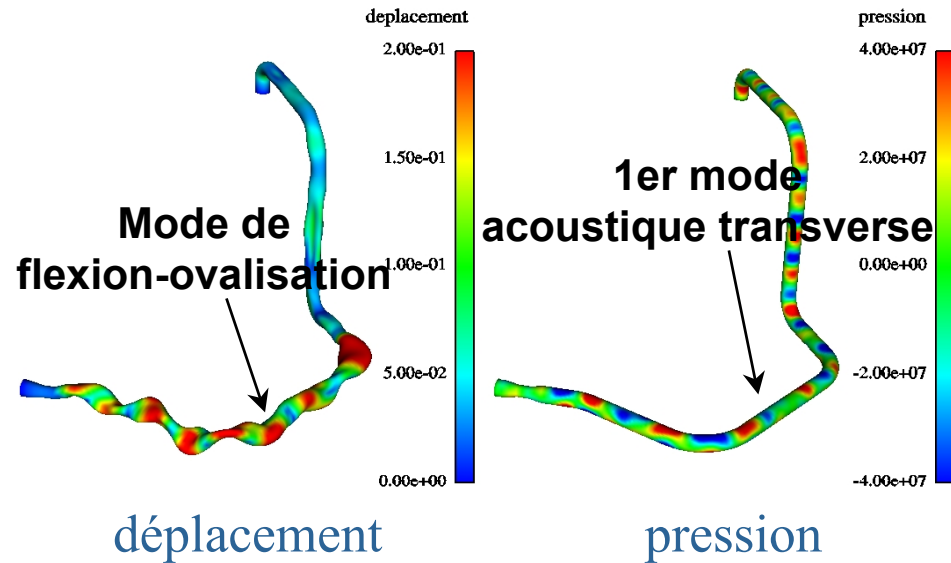
## Calcul modal couplé acoustique/mécanique

$f = 422 \text{ Hz}$



Pas de couplage significatif

$f = 460 \text{ Hz}$



Couplage fort

# Développements en cours (1) : motivations et contraintes

- Simulation des problèmes Aéroacoustiques
- Résolution des équations d'Euler non linéaires
  - Phénomènes fluides compressibles couplés fluide/acoustique
- Méthodes numériques peu dissipatives
  - Les fluctuations acoustiques sont très peu énergétiques
- Méthodes numériques peu dispersives
  - Les erreurs de phase doivent être maîtrisées
- Schémas aux différences finies d'ordre élevé et optimisés
  - Intervention de Christophe Bogey (ECL)

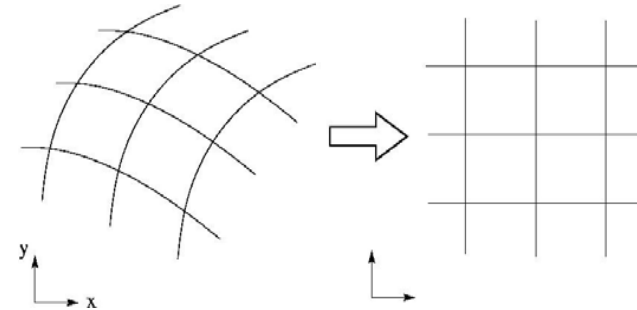


# Développements en cours (2) : géométries complexes

- Les schémas aux différences finies impliquent des discrétisations sur des grilles structurées d'où des difficultés pour traiter les géométries complexes

- Amélioration n°1 : grilles curvilignes

- Thèse ECL/EDF Olivier Marsden (2005)

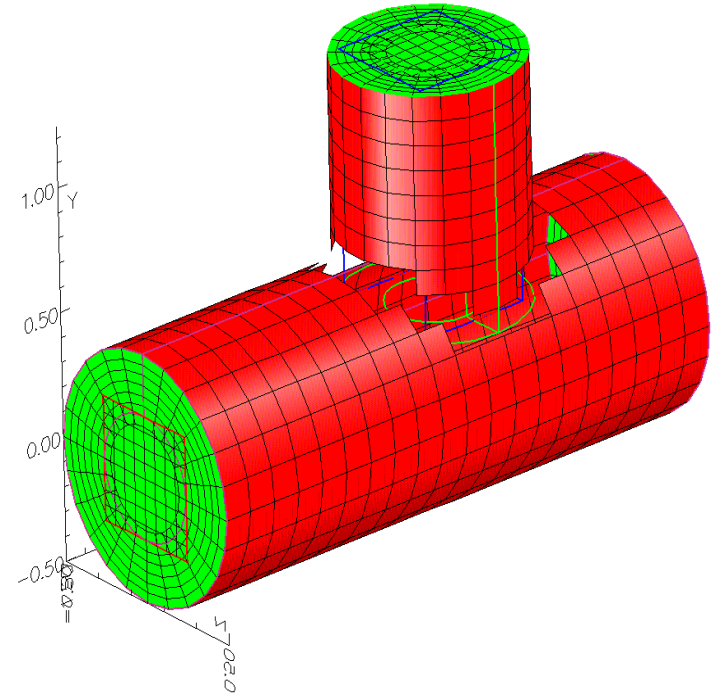
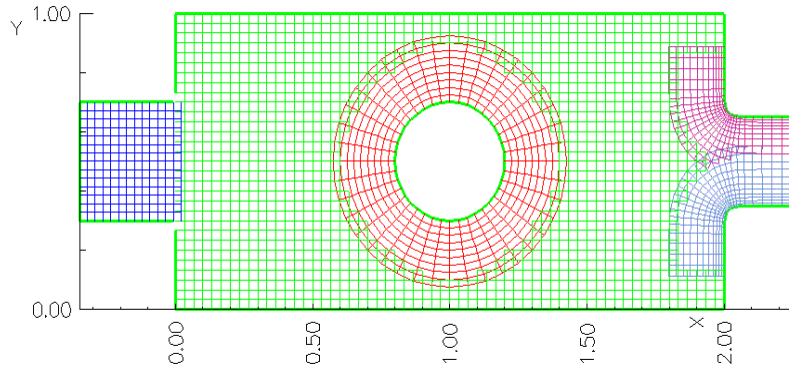


- Amélioration n°2 : multi-domaines

- Thèse EDF/ECL Thomas Emmert (en cours)
- Maillages superposés non conformes
- Communication entre maillages par interpolation

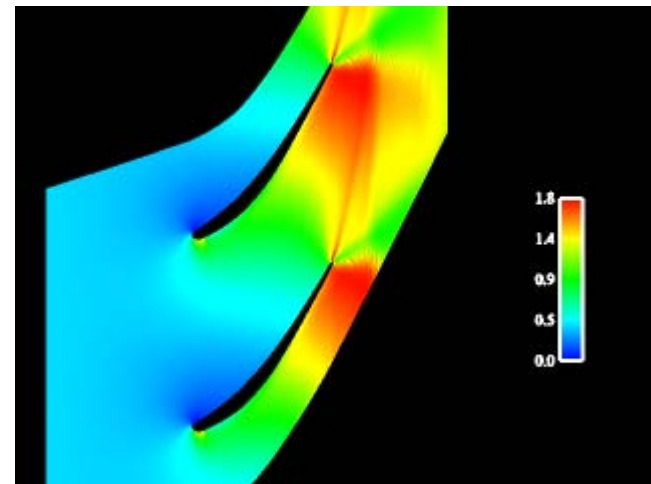
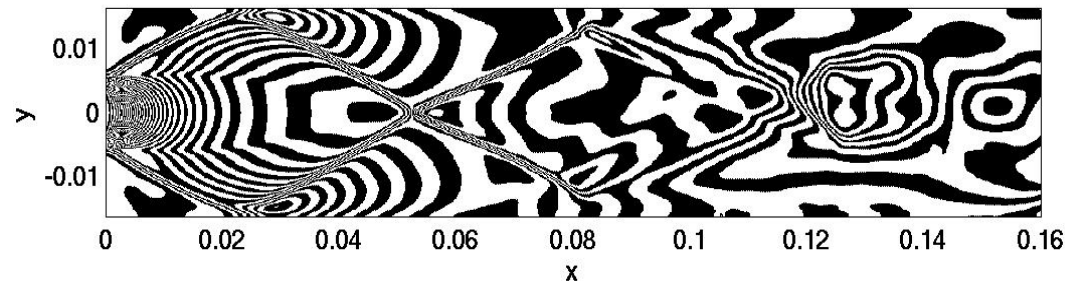
# Développements en cours (3) : environnement OVERTURE

- Environnement de développement de modélisations numériques multi-domaines développé par Lawrence Livermore Laboratory (W. Henshaw)

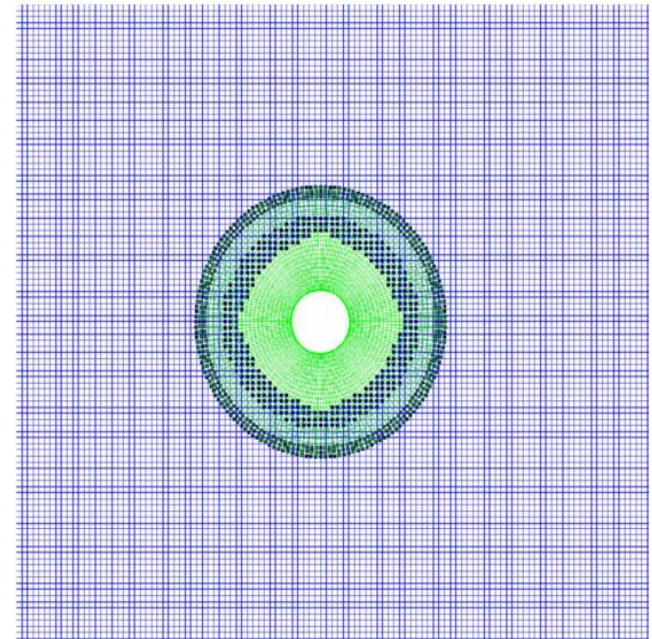
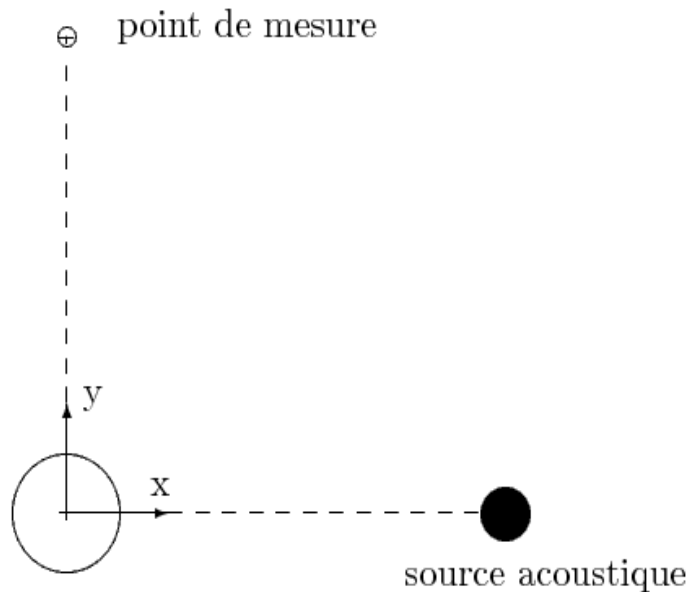


# Développements en cours (4) : code SAFARI

- SAFARI : Simulation Aéroacoustique dans les Fluides Avec Résonances et Interactions
- multi-domaines, schémas d'ordre élevé, maillages mobiles, écoulement subsonique et transsonique



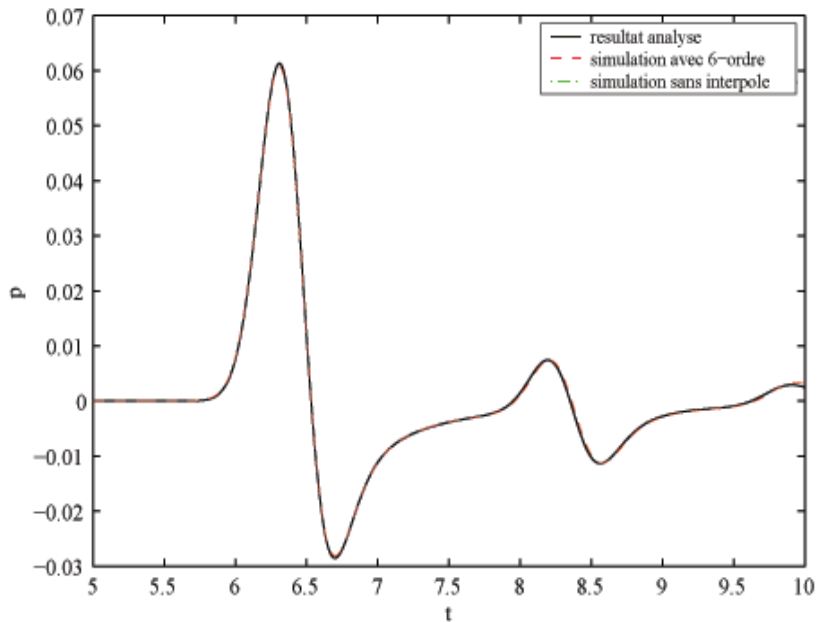
## Diffraction d'une source par un cylindre



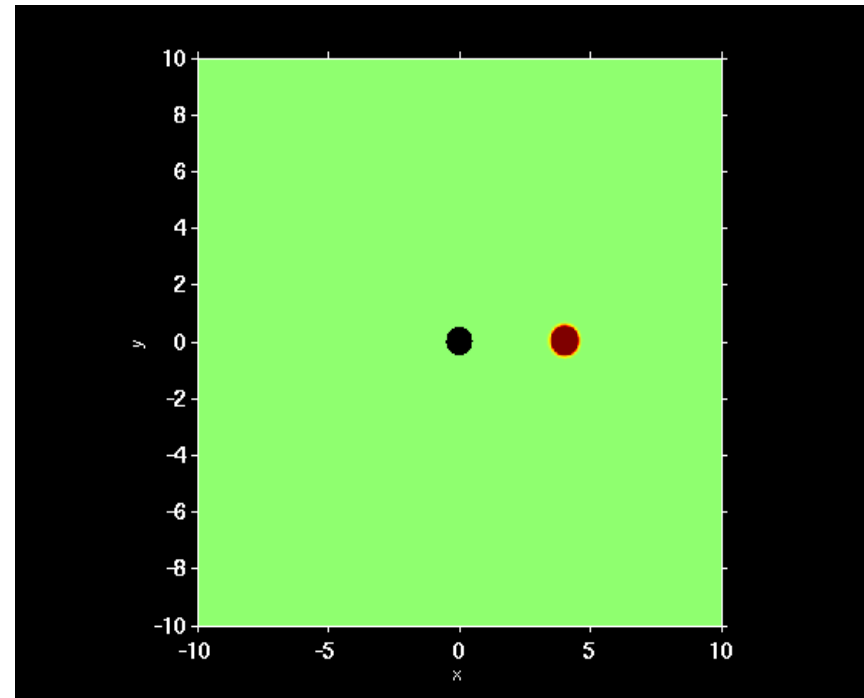
Maillage multi-domaines  
de type « Chimera »

# Développements en cours (6) : une validation

## Diffraction d'une source par un cylindre



Evolution de la pression  
au point de mesure



Champ de pression