



# **Calcul d'instabilités en interaction fluide-structure**

# Plan de la présentation

---

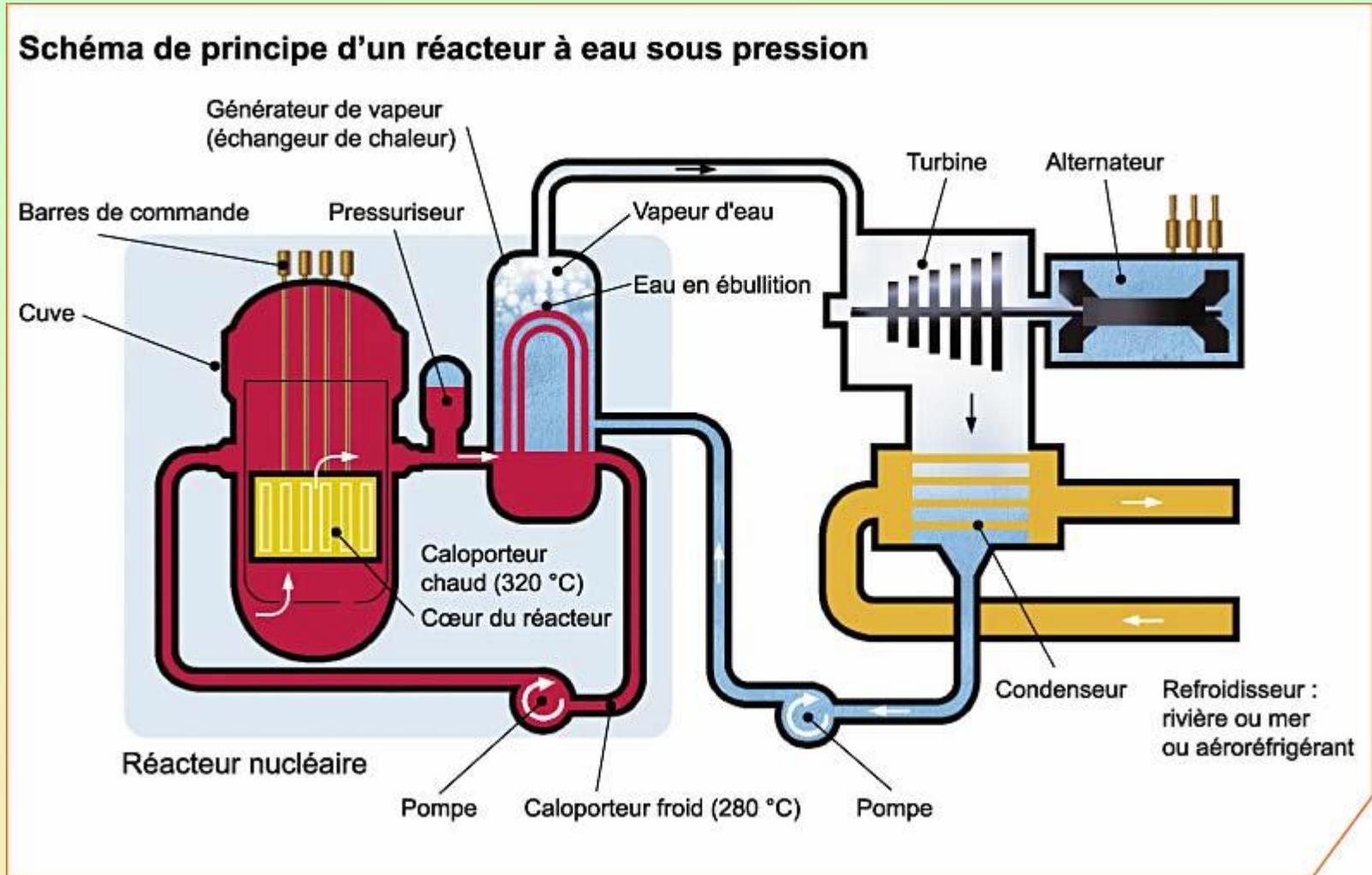


1. Introduction: instabilités fluide-élastiques
2. Essais AMOVI
3. Modélisation
4. Résultats
5. Conclusion

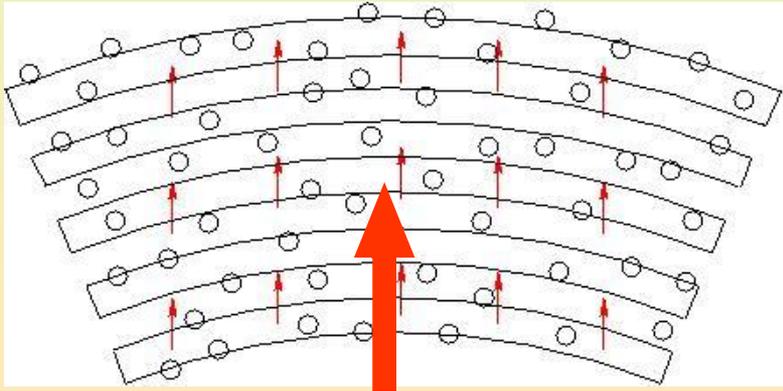
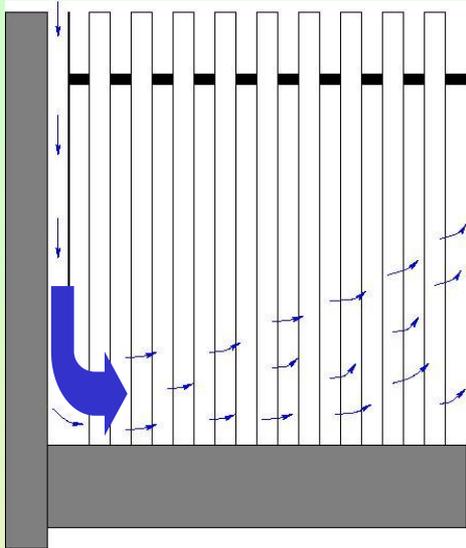
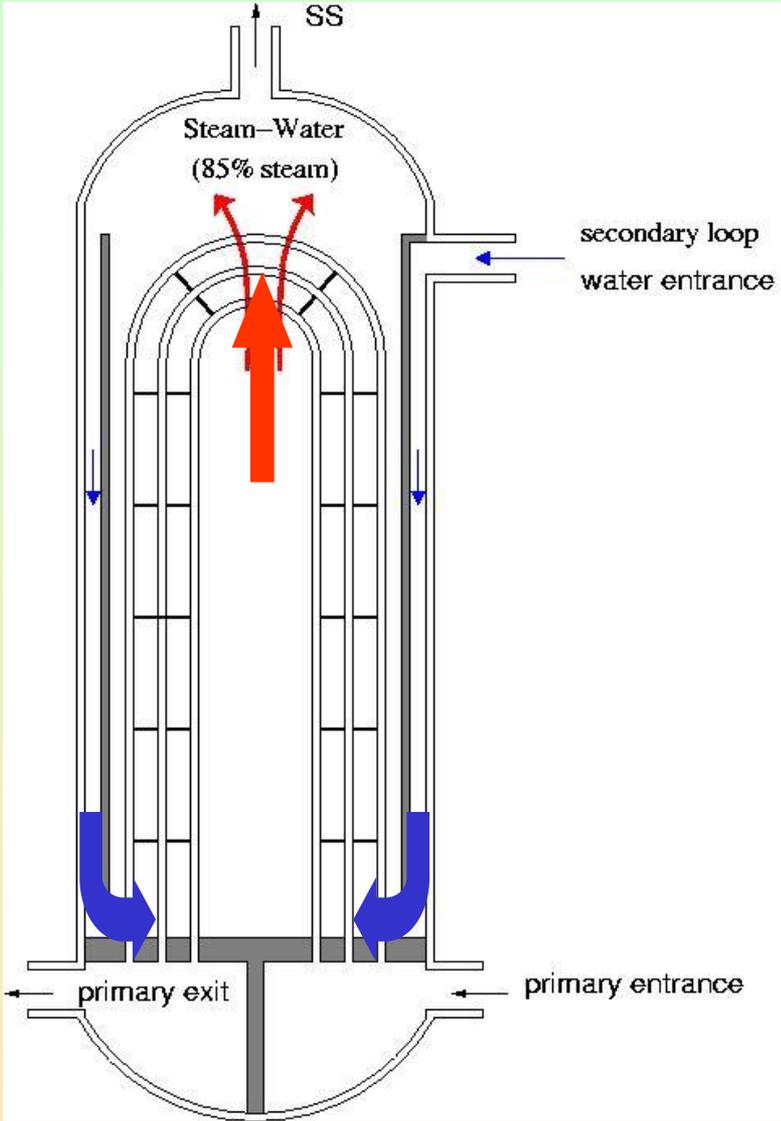
# Instabilités fluide-élastiques



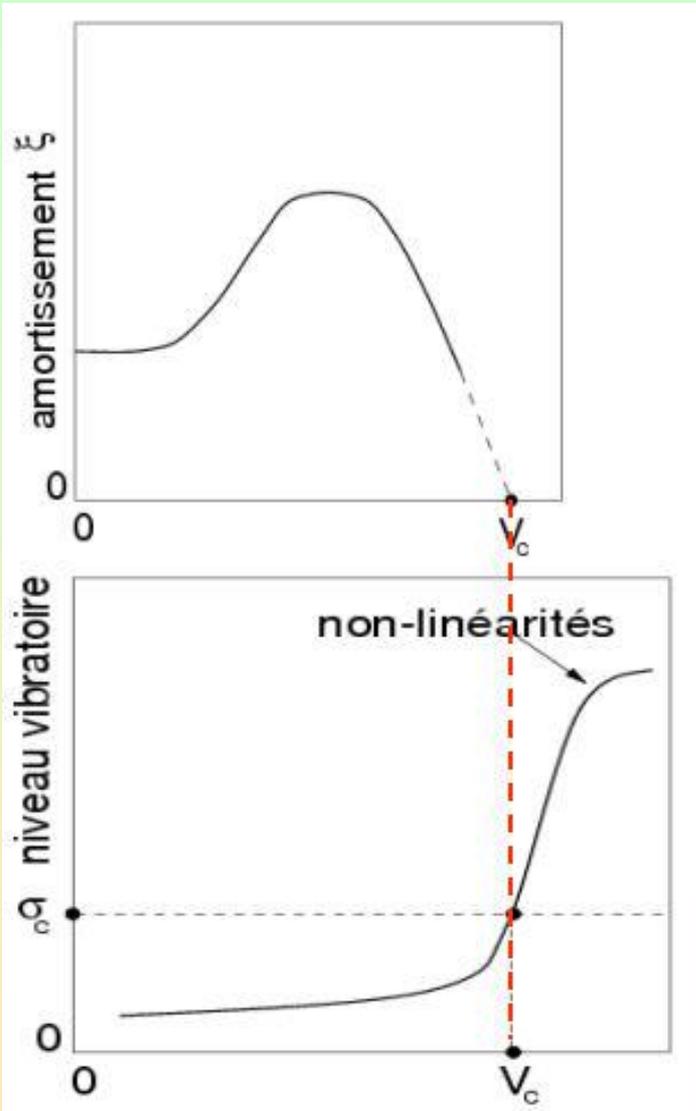
# Instabilités fluide-élastiques



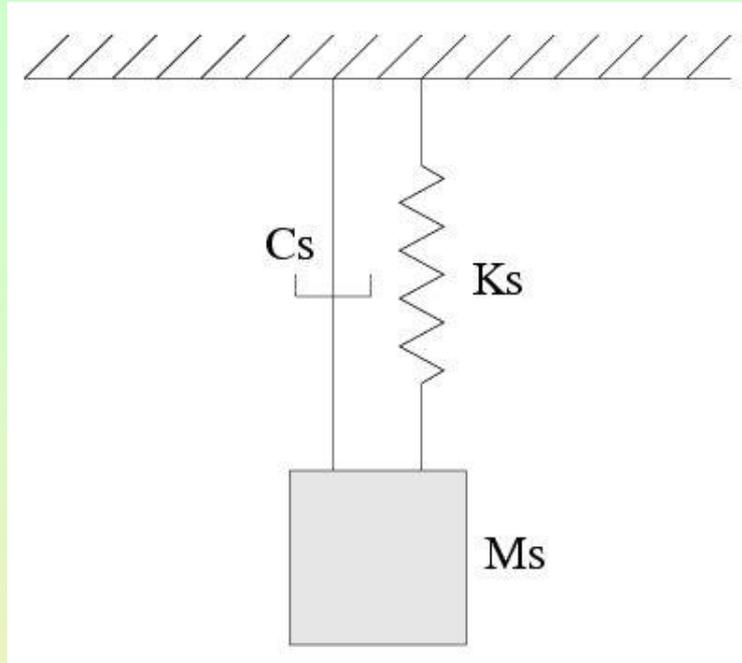
# Instabilités fluide-élastiques



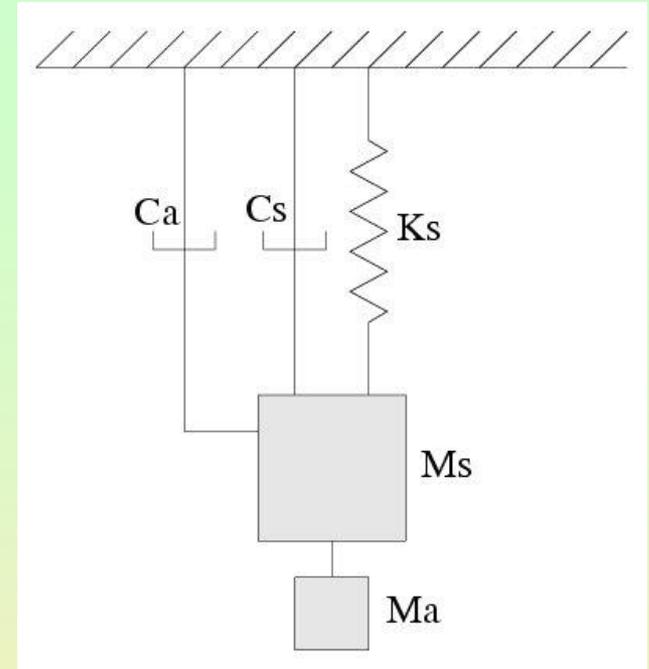
# Instabilités fluide-élastiques



# Instabilités fluide-élastiques

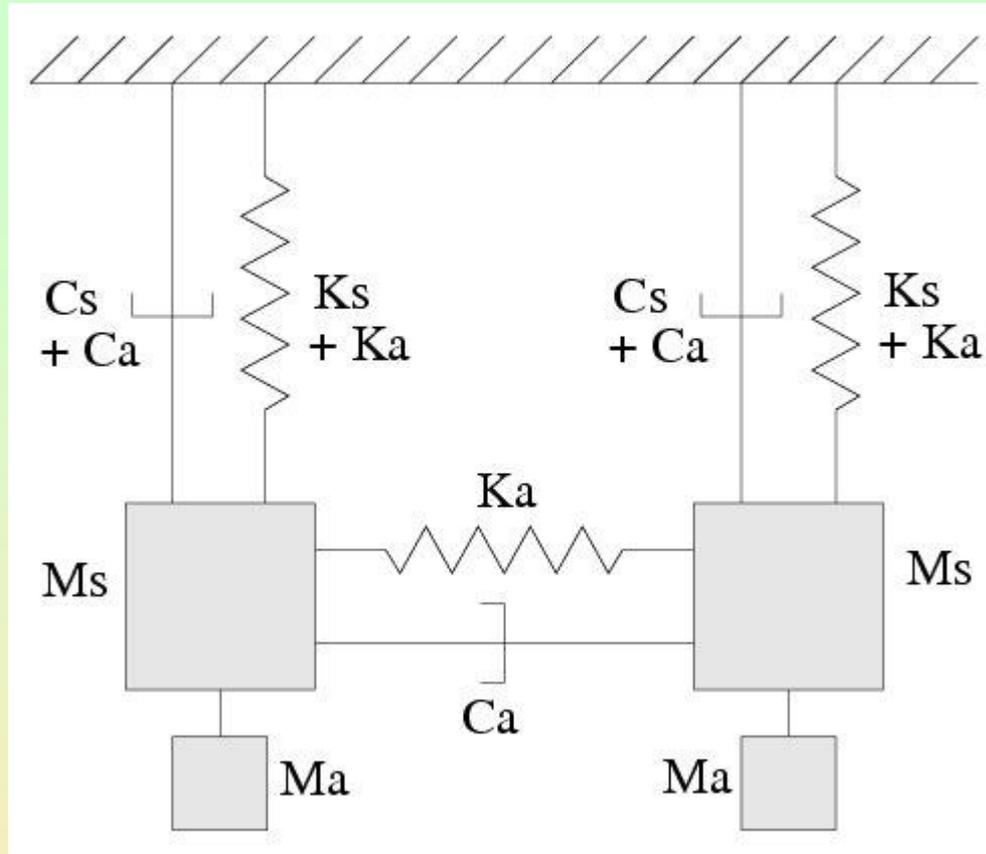


- Amortissement structurel



- Effets inertiels :  
masse ajoutée
- Effets visqueux :  
amortissement ajouté

# Instabilités fluide-élastiques

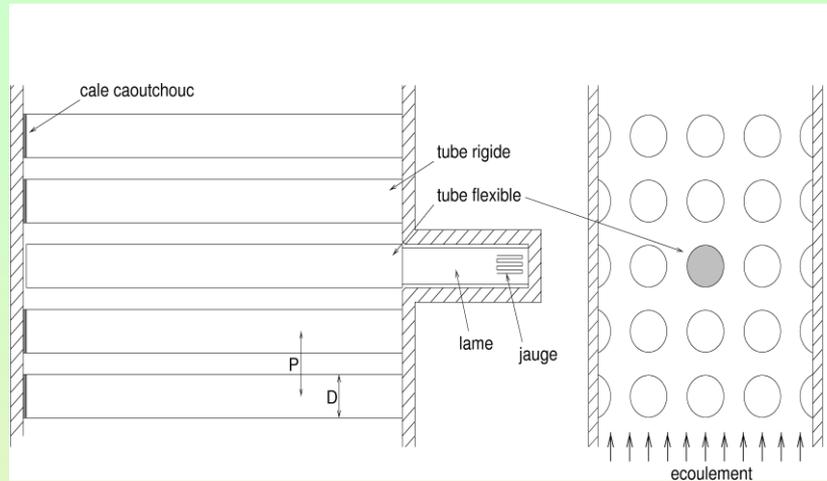


- Masse, amortissement et rigidité ajoutés
- Amortissement et rigidité de signe quelconque

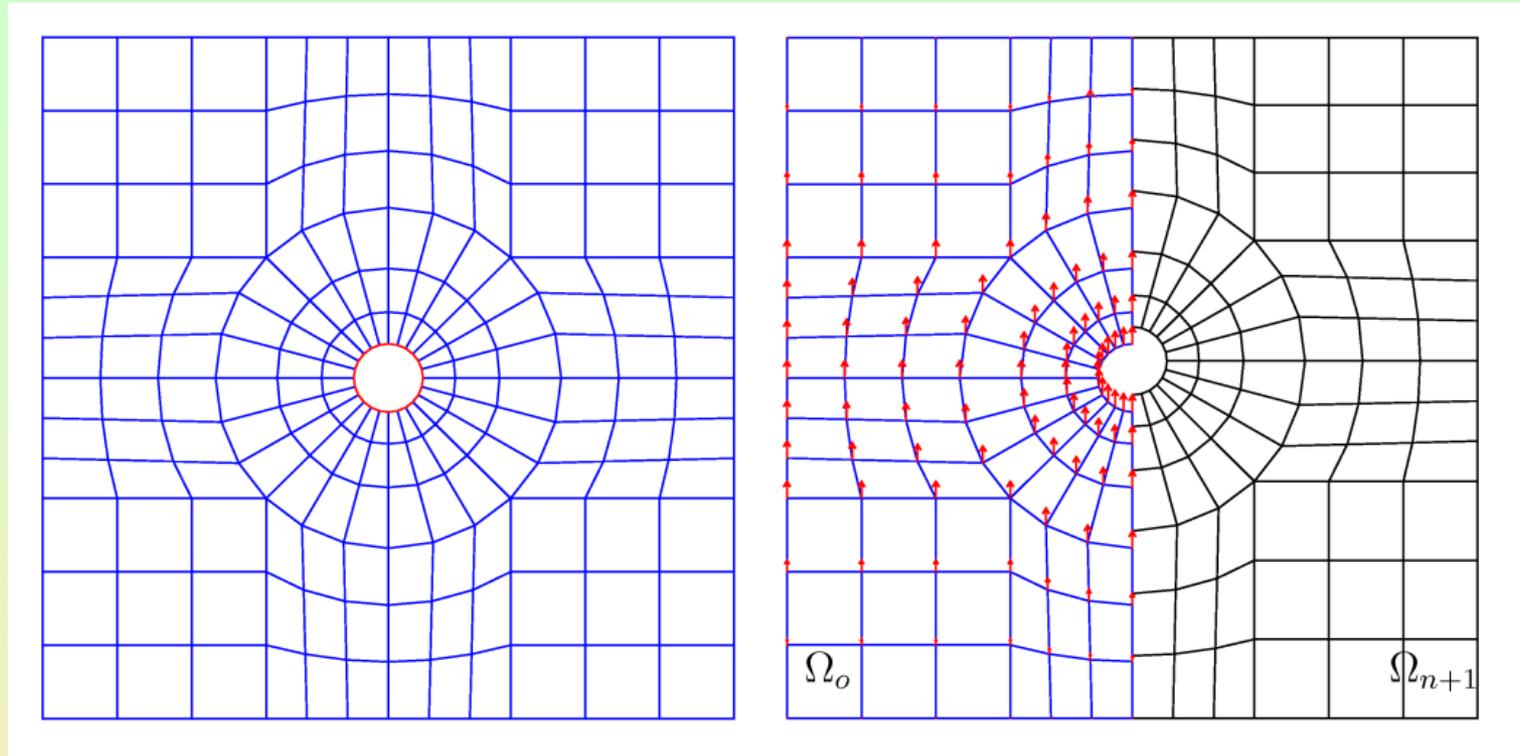
# Essais AMOVI



# Essais AMOVI



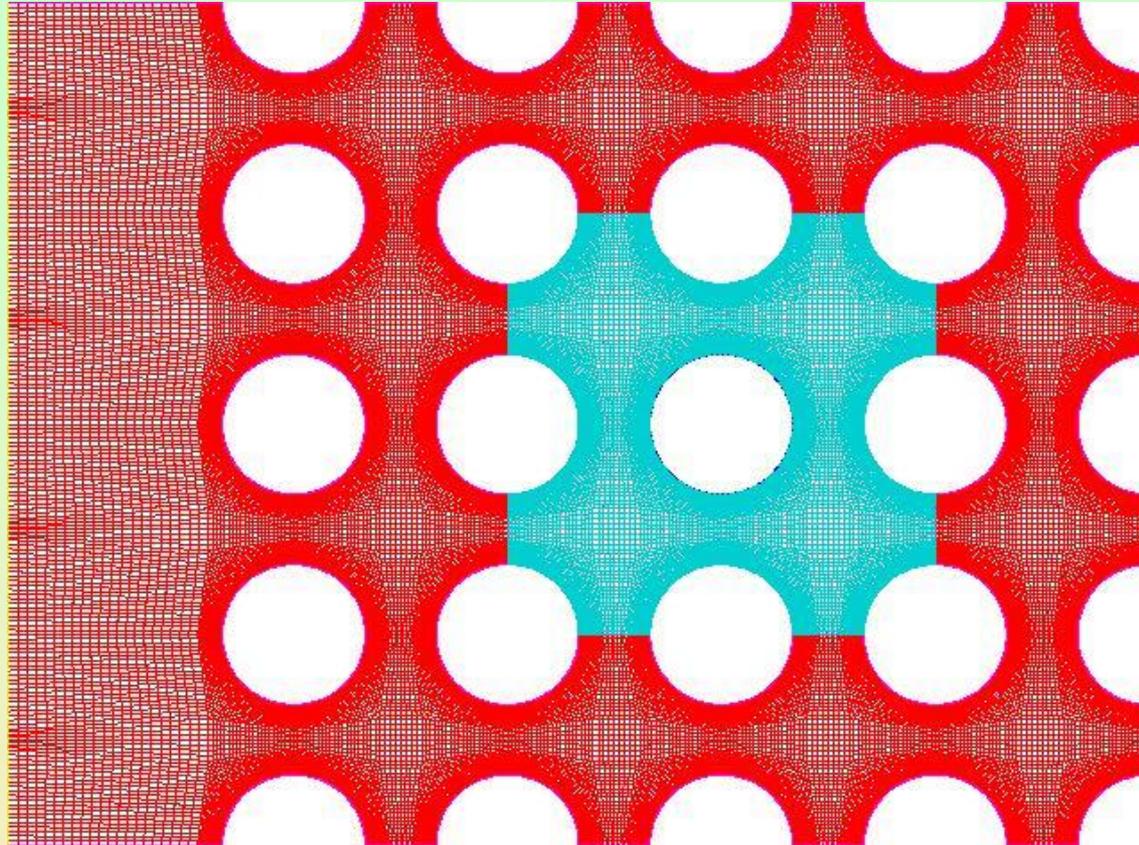
- $f_{\text{air}} = 14.3 \text{ Hz}$
  - $D = 12.15 \text{ mm}$
  - Un seul tube flexible
  - Enregistrement du déplacement
  - Analyse fréquentielle
- Amortissement et fréquence en fonction de la vitesse**



*Déplacement du maillage*

**Règle du trapèze**

$$\Gamma_{n+\frac{1}{2}} = \Gamma_{n-\frac{1}{2}} + \frac{\Delta t}{2} \dot{s}^n$$



Maillage: environ 150 000 éléments quadratiques

$\Delta x = 2 \cdot 10^{-4}$  m (pas moins d'un élt dans CL)  $\Delta x/D \sim 10^{-2}$

**Calcul 2D laminaire incompressible**

# Modélisation : équations



Fluide: 
$$\begin{cases} \operatorname{div} \vec{u} = 0 \\ \rho \frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + \rho \vec{u} \cdot \operatorname{grad} \vec{u} = - \operatorname{grad} p + \mu \Delta \vec{u} \end{cases}$$

Structure: 
$$\begin{cases} M_{s_i} \ddot{q}_i(t) + C_{s_i} \dot{q}_i(t) + K_{s_i} q_i(t) = F_i(t) \\ (M_{s_i} + M_{a_i}) \ddot{q}_i(t) + (C_{s_i} + C_{a_i}) \dot{q}_i(t) + (K_{s_i} + K_{a_i}) q_i(t) = 0 \end{cases}$$

Interface: 
$$\begin{cases} \vec{u} = \frac{\partial s}{\partial t} \\ -p \vec{n} + \vec{\tau} \cdot \vec{n} = \vec{\sigma}_s \cdot \vec{n} \end{cases}$$

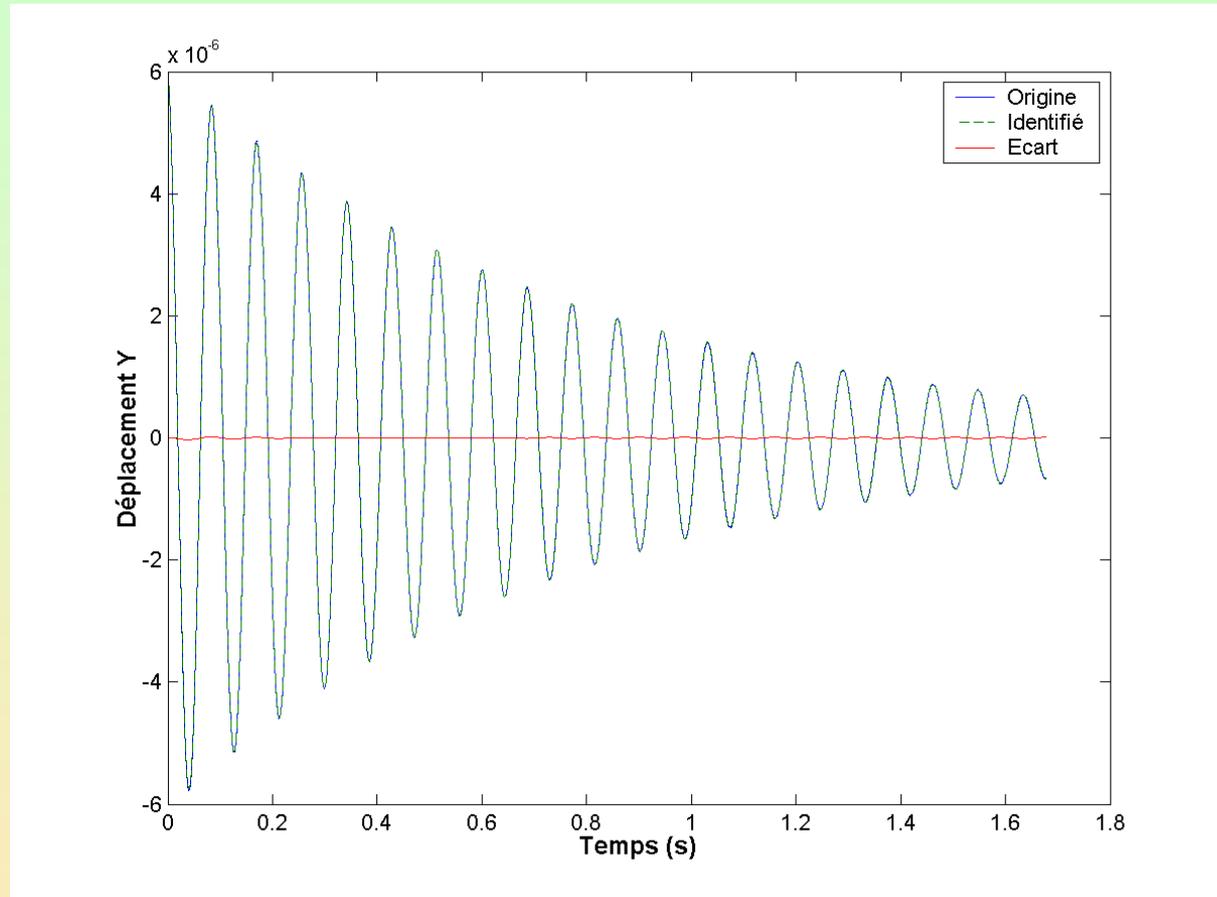


---

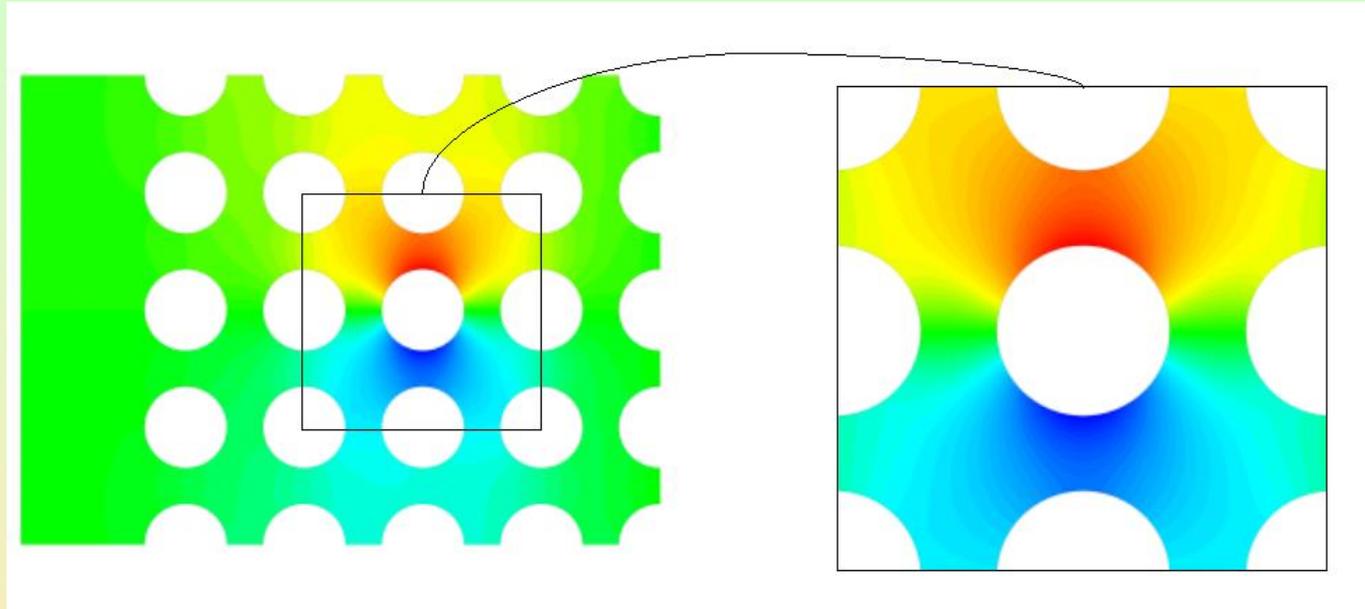
# Résultats

## Fluide sans écoulement

# Résultats: fluide sans écoulement



# Résultats : fluide sans écoulement





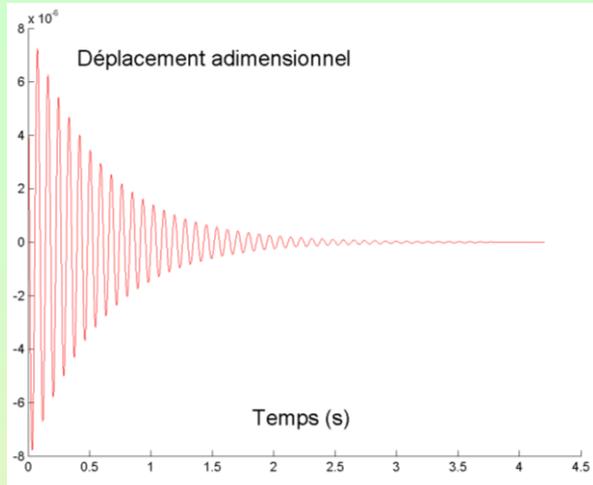
---

# Résultats

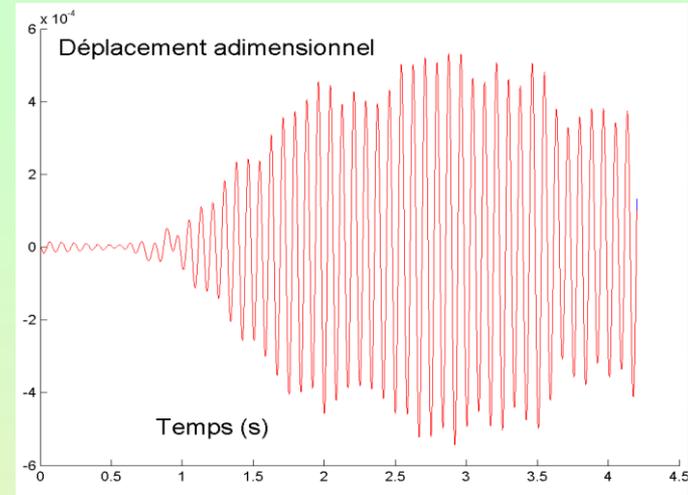
**Fluide sous écoulement**

**Calcul de la maquette AMOVI**

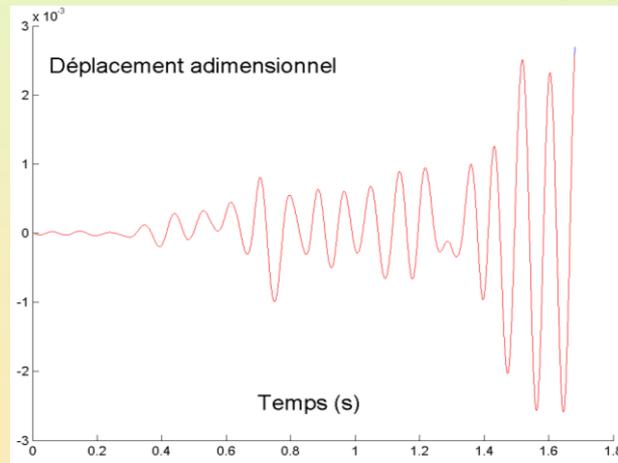
# Résultats : calcul AMOVI sous écoulement



**(a)  $Re = 1789$**

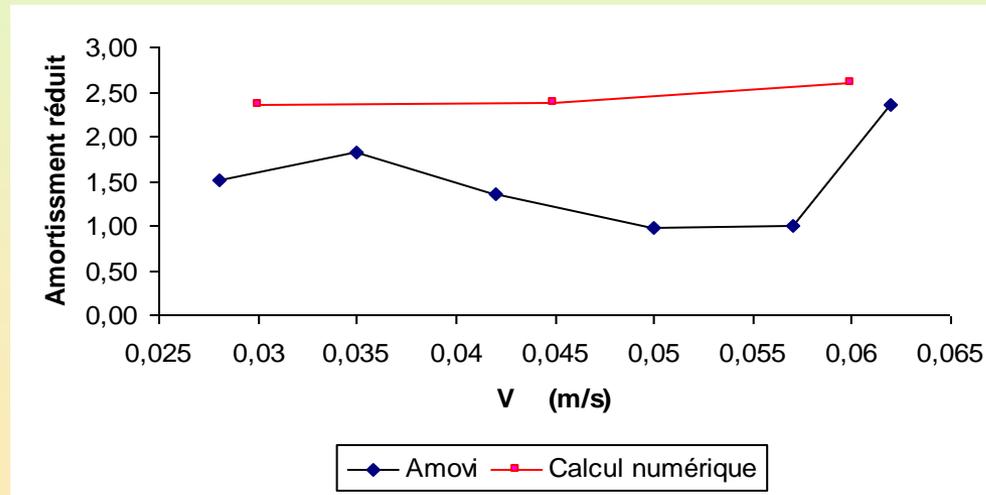
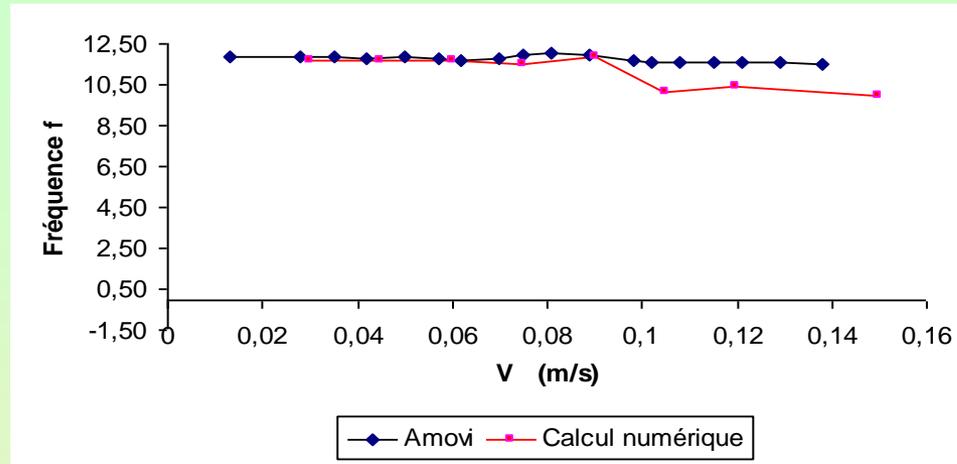


**(b)  $Re = 2786$**



**(c)  $Re = 5964$**

# Résultats : comparaison avec AMOVI





Extrapolation de Richardson (1) :

$$A = A(h) + Ch^{-\alpha_t} + O(h^{-(\alpha_t+1)})$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} A(h) = A + Ch^{-\alpha_t} & \text{(a)} \\ A(h/2) = A + C \left( \frac{h}{2} \right)^{-\alpha_t} & \text{(b)} \\ A(h/4) = A + C \left( \frac{h}{4} \right)^{-\alpha_t} & \text{(c)} \end{array} \right.$$

# Résultats : Étude de convergence temporelle (cas a)

Extrapolation de Richardson (2) :

•Ordre :

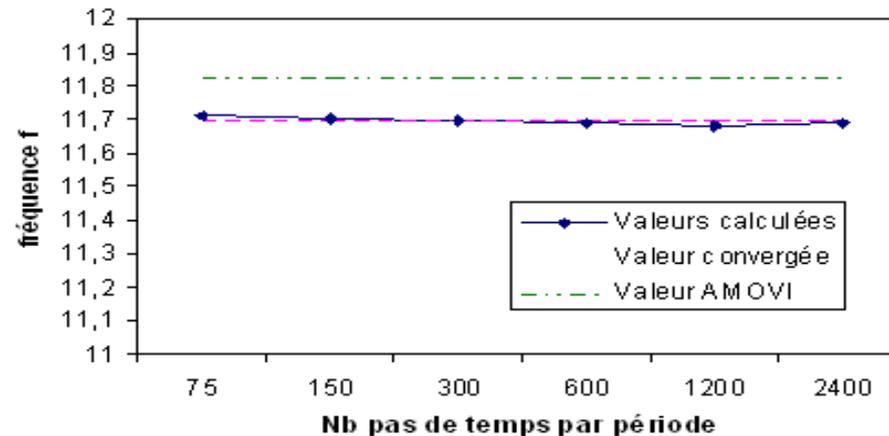
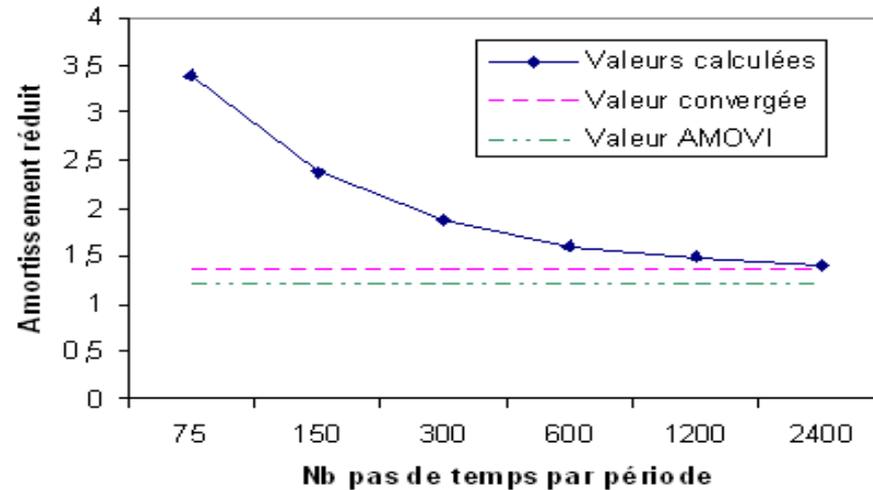
$$\alpha_t = \ln \left( \frac{A(h/4) - A(h/2)}{A(h/2) - A(h)} \right) : \ln(2)$$

•Valeur Convergée:

$$A = \frac{A(h/2) - 2^{\alpha_t} A(h)}{1 - 2^{\alpha_t}}$$

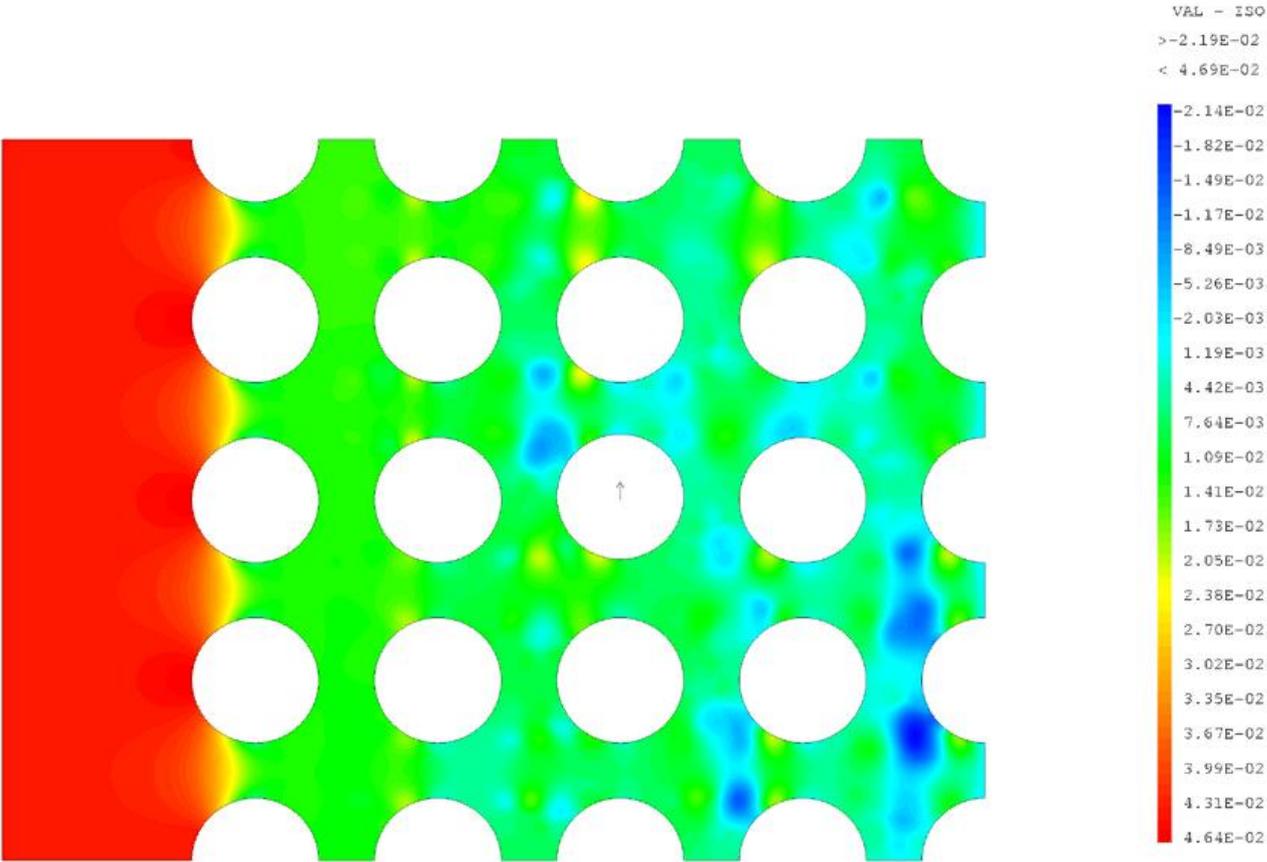


# Résultats : Étude de convergence temporelle (cas a)



Ordre de  $\sim 1$  ; Valeur Convergée : - 2 % d'erreur !!

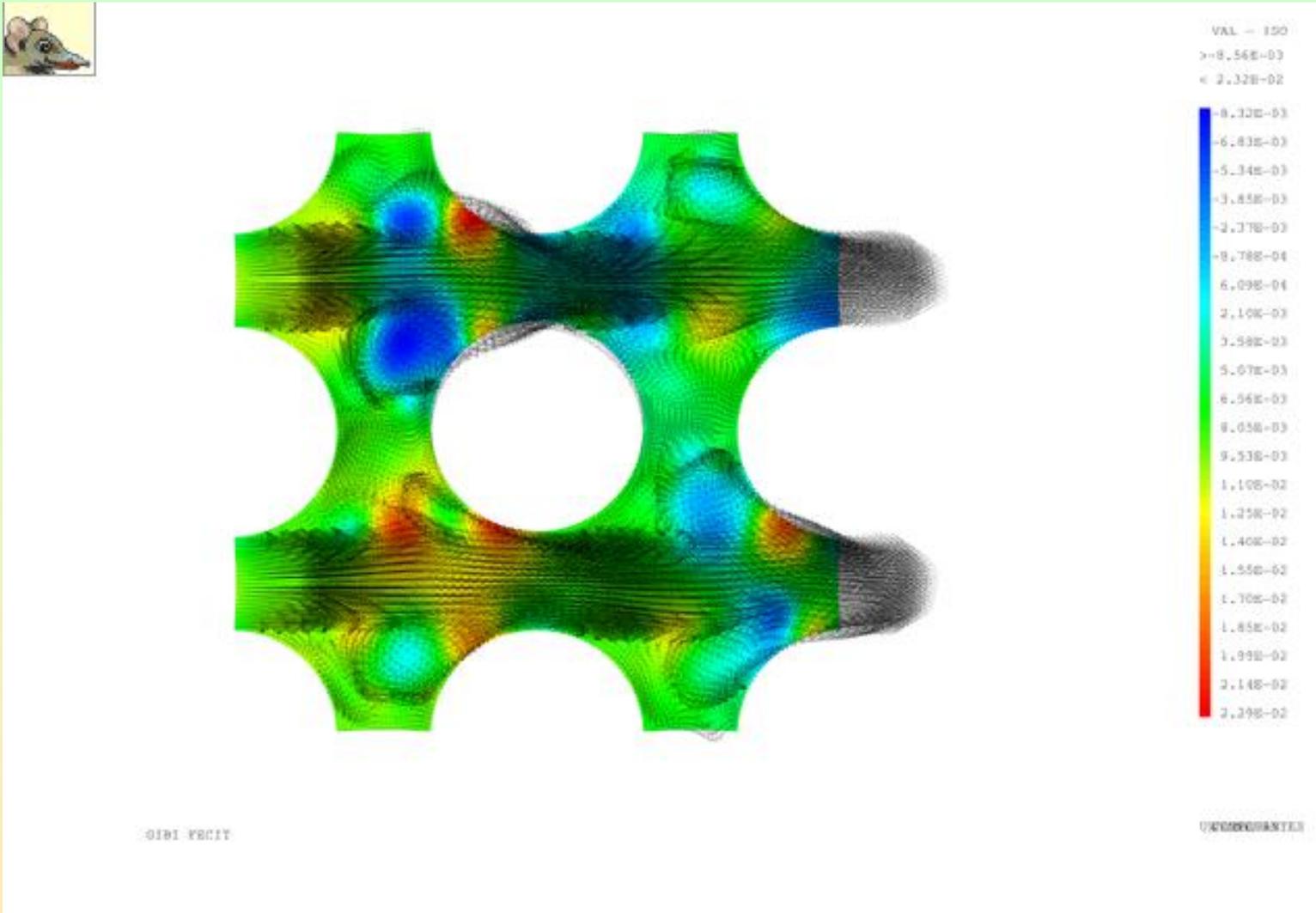
# Résultats : Analyse des champs de pressions (cas b)



GIBI PECIT

UXCORRATES

# Résultats : Analyse des champs de pression-vitesse (cas b)





---

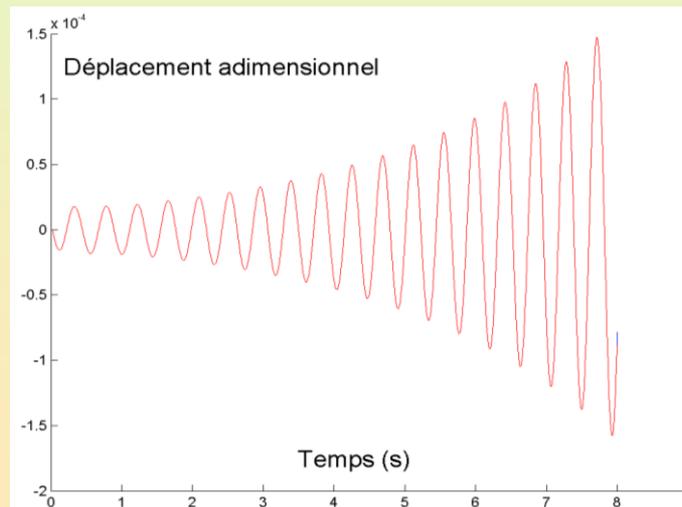
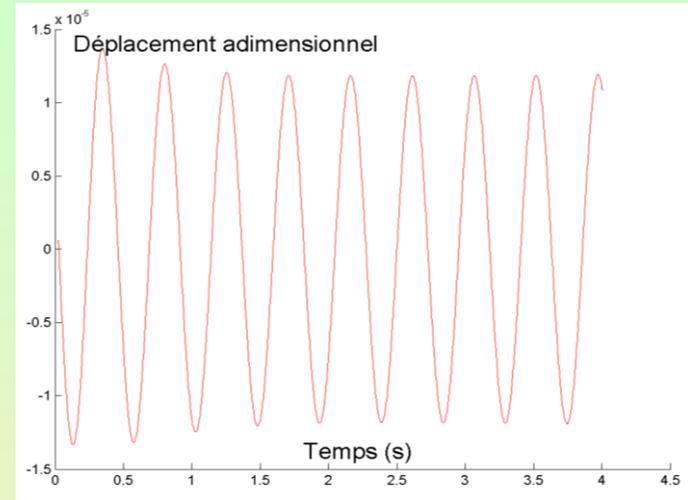
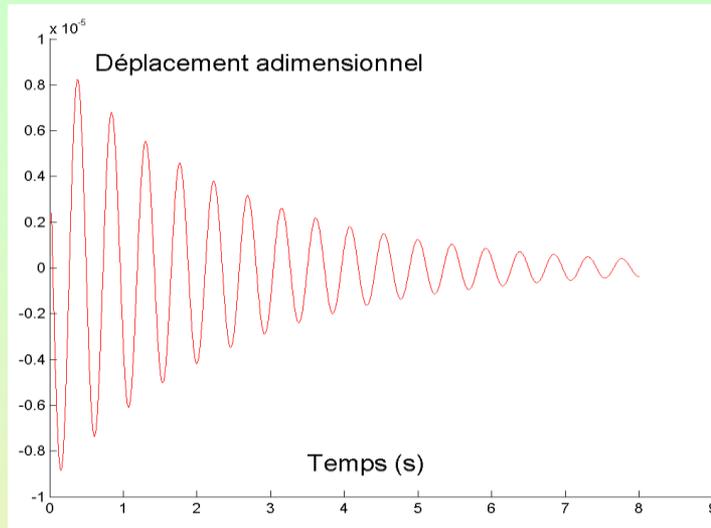
# Résultats

**Fluide sous écoulement**

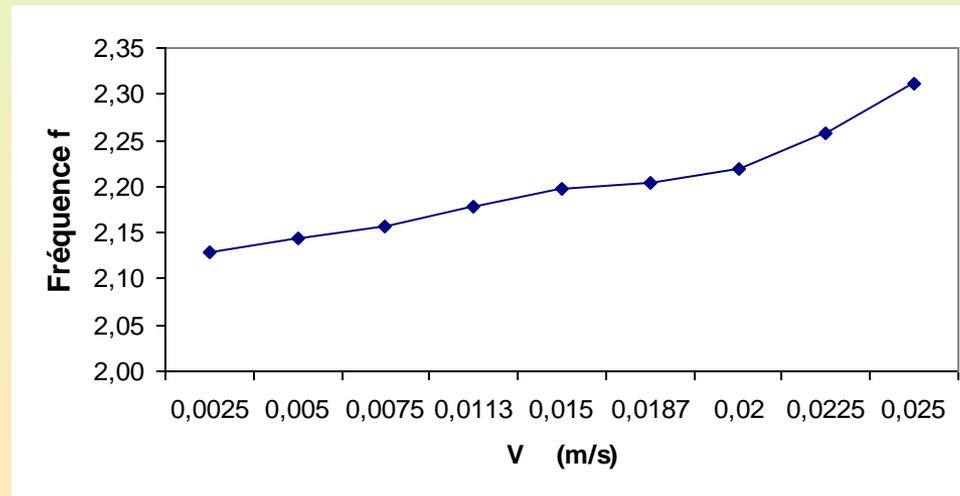
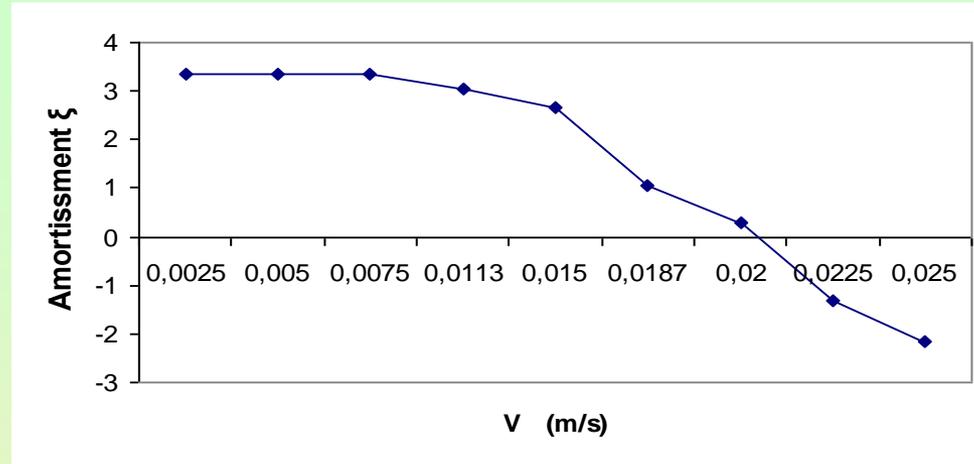
**Calcul à *Re* plus faible**

Résultats :  $0 < Re < 500$

$0 < Vr < 5$

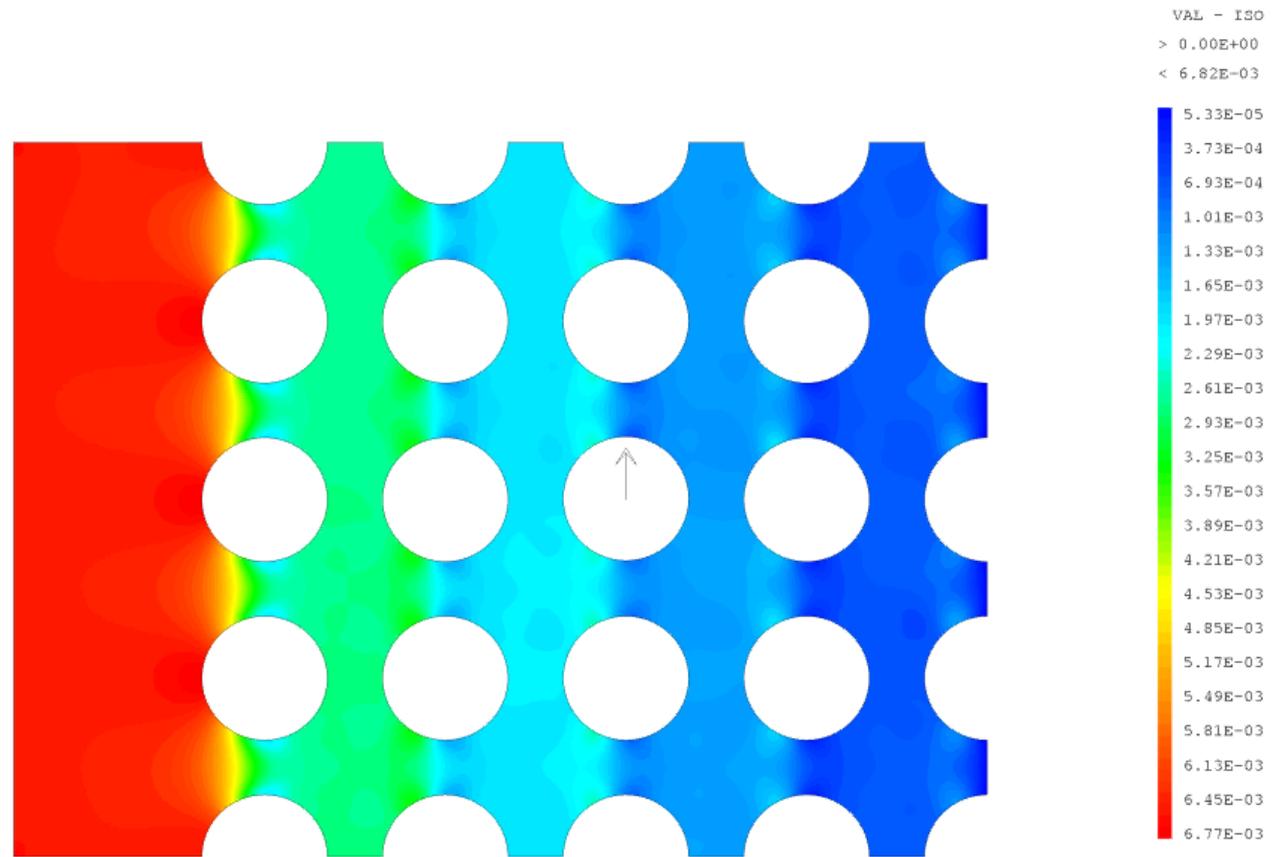


$$V_R = \frac{V}{fD}$$



Résultats :  $0 < Re < 500$

$0 < Vr < 5$



GIBI FECIT

UXVELOCITES

# Conclusion et perspectives

---

- **Calculs AMOVI :**

Bons résultats à bas Reynolds (Richardson)

Problèmes à plus haut Re (régime écoulement ?  
Limites de l'approche 2D ?)

- **Cas théorique :**

Bons résultats qualitatifs, pas de comparaison possible

- **Perspectives :**

→ Compréhension de la physique (animations, étude paramétrique...). Comparaison PIV

