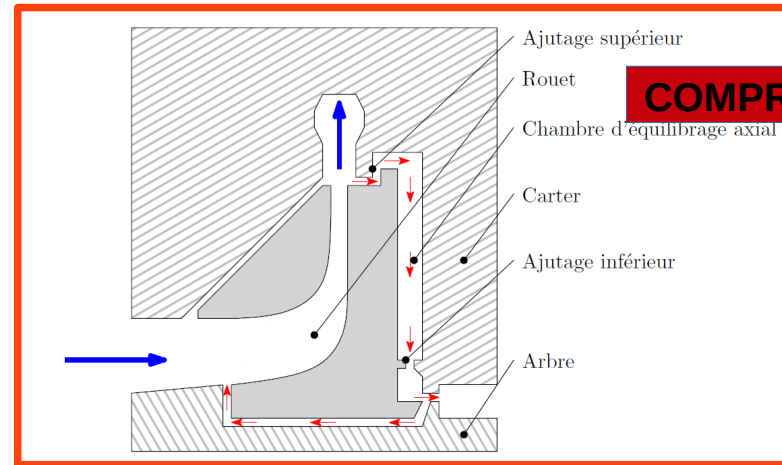
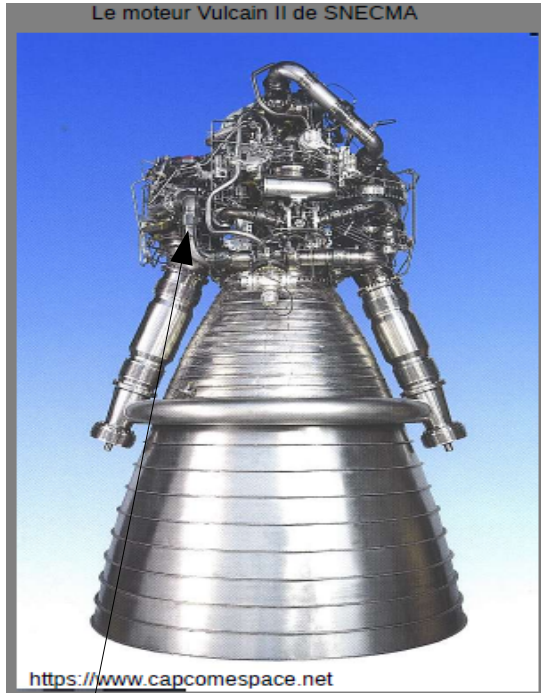


Couplage d'oscillateurs : l'instabilité d'un système d'équilibrage axial d'une turbo-pompe

Gautier Verhille, Patrice Le Gal

Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre

En partenariat avec D. Testa et M. Seive (SNECMA) et J. Dehouve (CNES)



COMPRESSIBILITE



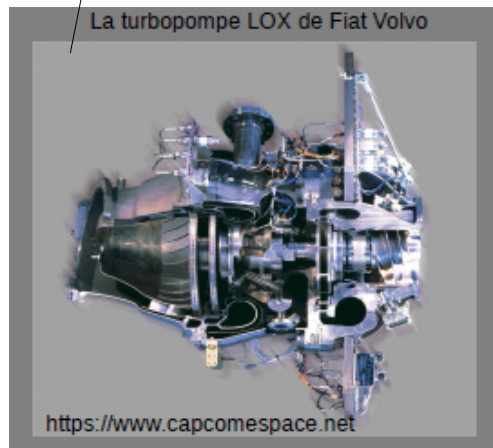
VIBRATIONS

↓
**INSTABILITE DU SYSTEME
 D'EQUILIBRAGE
 AXIAL**

$$\ddot{x} + \lambda_2 \ddot{x} + \omega_H^2 \dot{x} + \lambda_0 x = 0$$

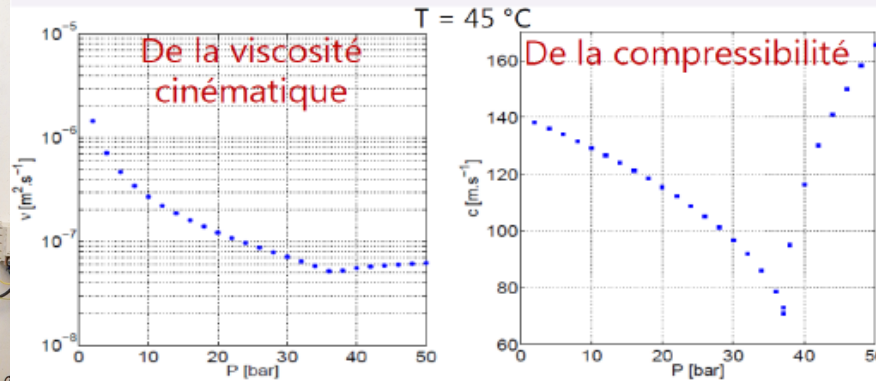
← Helmholtz →
← Ajustage ←

$\lambda_2 = \frac{c^2}{V_c} \frac{\partial Q}{\partial \Delta P}$	$\lambda_0 = \frac{c^2 S_{rouet}}{V_c M_{rouet}} \frac{\partial Q}{\partial x}$	$\omega_H^2 = \rho \frac{c^2 S_{rouet}^2}{V_c M_{rouet}}$
λ_2 donné par les pertes de charges	λ_0 donné par la géométrie de l'ajutage	ω_H est la pulsation de l'oscillateur de Helmholtz



SF₆ au voisinage du point critique ?

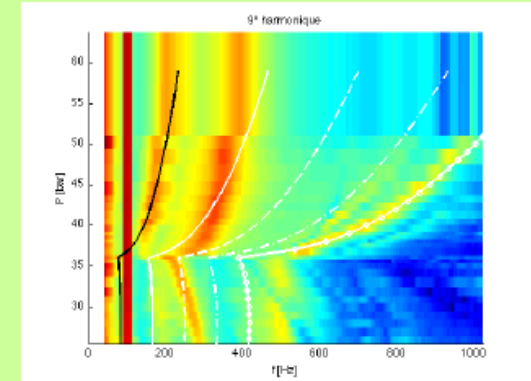
Fortes évolutions des grandeurs thermodynamiques du SF₆ au voisinage du point critique, notamment :



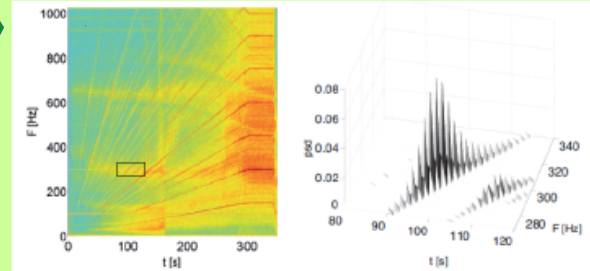
Point critique SF₆ :
 $T_c = 45.573 \text{ °C}$
 $P_c = 37.550 \text{ bar}$
 $\rho_c = 743.81 \text{ kg/m}^3$

Etude expérimentale de l'oscillateur de Helmholtz

Réponse impulsionnelle :
 spectres des fluctuations d'accélération des vibrations du stator
 comparaison Mesures et Prédictions du modèle de Helmholtz



Réponse à un forçage turbulent par la rotation du rotor :
 spectres des fluctuations d'accélération du stator



Instabilité par collision de fréquences
 Critère de Routh-Hürwitz

$$\frac{\lambda_0}{\lambda_2} > \omega_H^2$$

Seuil donné par un débit critique Q_c

$$Q > Q_c = \pi D_0^2 c (-8h\xi')^{-1/2}$$

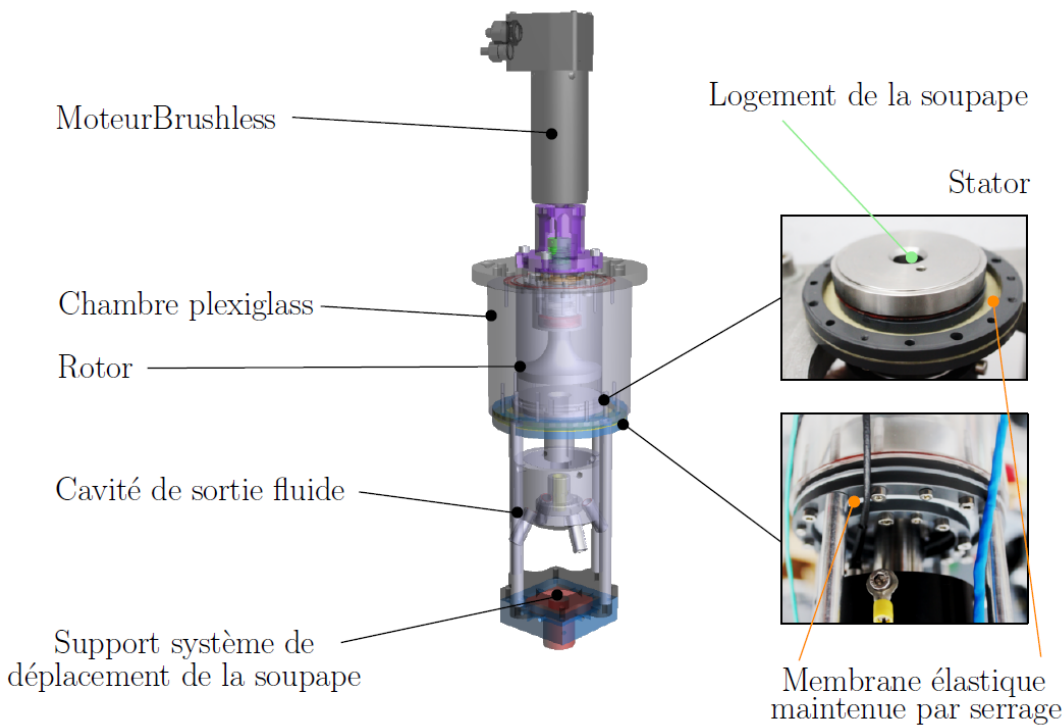
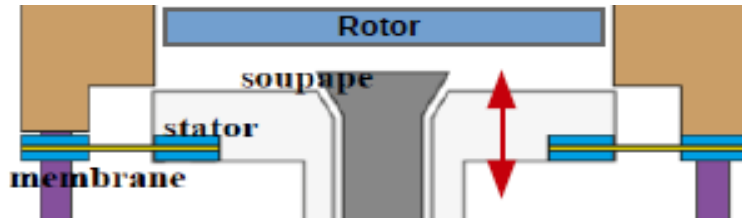
$\xi' = |\partial\xi/\partial x|$, avec ξ la perte de charge

$$\ddot{x} + \lambda_2 \ddot{x} + \omega_H^2 \dot{x} + \lambda_0 x = 0$$

Helmholtz Ajustage

Observation Expérimentale de l'Instabilité

Modèle Expérimental d'une Cavité rotor/stator instable



$$Q_c = \frac{\pi D_0^2 c}{\sqrt{8h\xi'}} \rightarrow$$

