

Chapitre 1 : Description des systèmes thermo-élastiques [AM1]s

I- Définition [AM2] (doc sup + exo 0 + exo 1)

Un système est dit thermoélastique si ses propriétés sont décrites à partir des quatre variables d'état suivantes : la pression P , le volume V , la température T et la quantité de matière n . Pour un système fermé $V(T, P)$:

$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right) dT + \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right) dP$$

On définit le coefficient de dilatation isobare $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)$ et le coefficient de compressibilité isotherme $\chi_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)$.

$$dV = \alpha V dT - \chi_T V dP$$

II- Equilibre d'un système thermo-élastique (exo 2) :

a) Définition « pratique » de l'équilibre :

Dans le cas des systèmes thermoélastiques, l'équilibre thermodynamique implique l'uniformité spatiale de la pression et de la température [A3] : c'est un équilibre thermomécanique

b) Equilibre thermomécanique avec l'extérieur :

Dans un réacteur thermomécanique fermé, l'équilibre thermomécanique du système avec l'extérieur implique a priori :

- Un équilibre mécanique avec l'extérieur, soit $P = P_{ext}$
- Un équilibre thermique avec l'extérieur, soit $T = T_{ext}$

c) Suite d'états d'équilibre différents

On définit une transformation quasistatique comme étant suffisamment lente pour assurer une succession d'états d'équilibre du système [A4].

IV) Transformations thermodynamiques (exo 3 et 4) :

a) Transformations possibles dans un réacteur-thermomécanique

Pour un GP	Isochore	Isobare	Isotherme	Adiabatique
Chauffage : $T_{ext} > T + Q > 0$			NON	NON
Refroidissement : $T_{ext} < T + Q < 0$			NON	NON
Compression : $P_{ext} > P \rightarrow \Delta P > 0 + \Delta V < 0$	NON	NON		
Détente : $P_{ext} < P \rightarrow \Delta P < 0 + \Delta V > 0$	NON	NON		

b) Temps de relaxation ou temps de retour à l'équilibre et temps d'excitation

Une transformation est imposée par la modification d'un paramètre en un certain temps Δt imposé par l'expérimentateur. A son tour, le système met un certain de temps, appelé temps de relaxation τ , avant d'atteindre un nouvel état d'équilibre avec cette nouvelle contrainte.

- Si $\Delta t \gg \tau$: alors le système peut être considéré comme à l'équilibre avec l'extérieur pendant la transformation
- Si $\Delta t \approx \tau$ ou $\Delta t < \tau$: alors le système est hors équilibre pendant la transformation.

c) La transformation idéale : la transformation réversible

La non-uniformité spatiale de la pression et de la température (en interne et/ou avec l'extérieur[A5]), les sources de dissipation énergétique de type frottement sont responsables de l'irréversibilité des transformations (l'impossibilité de retrouver l'état initial en maintenant les mêmes contraintes extérieures[AM6][AM7]).

Une transformation quasistatique et sans frottement est donc réversible.

d) Transformation mécaniquement réversible

On parle de transformation mécaniquement réversible, si on assure, par un mouvement « lent » des parois, $P = P_{\text{ext}}$ en[A8] absence de tout frottement.