

## Thermodynamique - Chapitre 3 : Deuxième principe de la thermodynamique - L'entropie

### Ce qu'il faut retenir...

#### 2<sup>EME</sup> PRINCIPE DE LA THERMODYNAMIQUE :

##### Enoncé :

Pour tout système fermé, il existe une fonction d'état extensive non conservative, appelée entropie,  $S$ , telle que sa variation entre 2 états soit :  $\Delta S = S^e + S^c$

- $S^e$ , l'entropie échangée,  $S^e = \int_i^f \frac{\delta Q}{T_s}$  où  $T_s$  = température en chaque point de la surface qui délimite le système.
- $S^c$  l'entropie créée telle que  $S^c = 0$  si la transformation est réversible et  $S^c > 0$  si la transformation est irréversible

L'entropie créée se calcule à partir de  $S^c = \Delta S - S^e$

**Adiabatique ( $S^e=0$ ) + réversible ( $S^c=0$ ) = Transformation isentropique,  $\Delta S = 0$**

L'entropie d'un système isolé ne peut qu'augmenter  $\Delta S = S^c$ , il évolue spontanément vers l'état le plus désordonné ( $S_{max}$ ). L'entropie mesure le désordre, le manque d'information.

**Système en contact avec un thermostat ou source thermique :**

Thermostat = système qui n'échange de l'énergie que par chaleur sans que sa température ne varie.  $S^e = \frac{Q}{T_{source}}$ , dans le cas de plusieurs sources, on

somme sur toutes les sources  $S^e = \sum \frac{Q_i}{T_i}$ .

**ENTROPIE D'1 GAZ PARFAIT :**  $S(T) = C_v \ln(T) + nR \ln(V) + S_0$

**Variation d'entropie entre un état initial et un état final :**

$$\Delta S = C_v \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right) + nR \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

2 autres expressions peuvent être déduites :

$$\Delta S = C_p \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right) - nR \ln\left(\frac{P_f}{P_i}\right) \quad \text{et} \quad \Delta S = C_v \ln\left(\frac{P_f}{P_i}\right) + C_p \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

**Transformation adiabatique réversible d'un gaz parfait : Lois de Laplace**

$$PV^\gamma = Cte \quad \Leftrightarrow \quad TV^{\gamma-1} = Cte \quad \Leftrightarrow \quad T^\gamma P^{1-\gamma} = Cte$$

**ENTROPIE D'1 PHASE CONDENSEE :**

Modèle phase indilatable et incompressible :  $\Delta S_{phasecondensée} = \int_i^f mc \frac{dT}{T}$

Avec  $c$  la capacité thermique massique.

**ENTROPIE DE CHANGEMENT D'ETAT :**

$$\Delta S_{1 \rightarrow 2} = \frac{\Delta H_{1 \rightarrow 2}}{T_{changement\ d'\text{état}}} = \frac{m \Delta h_{1 \rightarrow 2}}{T_{changement\ d'\text{état}}}$$

$\Delta h_{1 \rightarrow 2}$  : enthalpie massique de changement d'état 1→2