

Hypothèse :  $\Delta \mathcal{E}_c = \Delta \mathcal{E}_{p, \text{ext}} = 0$  (système fixe, par exemple)

$\mathcal{E}_c$  = énergie cinétique macroscopique ;  $\mathcal{E}_{p, \text{ext}}$  = énergie potentielle externe

### PREMIER PRINCIPE

$$\Delta \mathcal{U} = W + Q = W_{\text{press}} + W_{\text{autre}} + Q$$

$$d\mathcal{U} = \delta W + \delta Q$$

$W$  = quantité de travail échangée

$$= W_{\text{pression}} + W_{\text{autre}}$$

$Q$  = transfert thermique

ou quantité de chaleur échangée

$\mathcal{U}$  = énergie interne (fonction d'état)

(travail des actions extérieures de contact)

quantités  $> 0$  si reçues de l'extérieur,  $< 0$  si cédées à l'extérieur

### CAS PARTICULIERS

◇ Premier principe en transformation monobare se déroulant entre 2 états d'équilibre

$$\Delta H = Q + W - W_{\text{press}} = Q + W_{\text{autre}}$$

Enthalpie :  $H = \mathcal{U} + pV$  (fonction d'état)

( $W_{\text{press}}$  est "inclus" dans  $\Delta H$ )

◇ Premier principe pour les phases condensées idéales

$$\Delta \mathcal{U} = Q + W_{\text{autre}}$$

$$\Delta \mathcal{U} = \Delta H \quad \text{et} \quad W_{\text{press}} = 0$$

### TRANSFORMATIONS

type de transformation	pression	température
quelconque	$p$ pas forcément définie	$T$ pas forcément définie
quasistatique	$p$ définie (peut être $\neq p_e$ ; cas rare)	$T$ définie (peut être $\neq T_e$ )
mécaniquement réversible	$p$ définie et $p = p_e^{(1)}$	$T$ définie (peut être $\neq T_e$ )
(thermiquement) réversible	$p$ définie et $p = p_e^{(1)}$	$T$ définie et $T = T_e^{(2)}$

<sup>(1)</sup>  $p = p_e$  : équilibre mécanique, en présence de parois mobiles ; <sup>(2)</sup>  $T = T_e$  : équilibre thermique, en présence de parois diathermes

NB en pratique : quasistatique  $\Leftrightarrow$  mécaniquement réversible

### VARIATIONS D'ÉNERGIE INTERNE ET D'ENTHALPIE

	gaz parfait (*)	phase condensée idéale
$\Delta \mathcal{U}$	$d\mathcal{U} = C_v dT$ $\Delta \mathcal{U} = C_v \Delta T$	$d\mathcal{U} \approx dH = C dT$ $\Delta \mathcal{U} \approx \Delta H = C \Delta T$
$\Delta H$	$dH = C_p dT$ $\Delta H = C_p \Delta T$	

(\*) Complément sur les gaz parfaits :

$$C_v = \frac{nR}{\gamma - 1} \quad \text{et} \quad C_p = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1}$$

transfo adiabatique mécaniquement réversible :  $pV^\gamma = \text{cste}$  (loi de Laplace)