

# Méthode de résolution d'un problème de thermodynamique

→ On fait le lien avec l'étude d'un problème de mécanique

## Etape 1 : Système

Définir le système étudié (frontière / type solide – GP, ...)

Etapes habituellement faites en mécanique classique, que l'on saute en thermodynamique :

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| → Définition du référentiel           | - en général sous-entendu, car 1 seul choix évident possible   |
| → Définition de la base de projection | - en général inutile, on utilise rarement des vecteurs   |
| → Bilan des forces                    | - en général sous-entendu  |
| Pourquoi ?                            | → Pesanteur : Incluse dans $E_p^{ext}$ , mais on travaille avec des systèmes en équilibre macroscopique, donc $\Delta E_p^{ext} = 0$ et $\Delta E_C^{ext} = 0$<br>→ Pression : Incluse dans $W_{pressure} = -P_{ext} \cdot dV$<br>→ Opérateur : En général incluse dans $W_{pressure}$ (parfois dans $W_{autre}$ )<br>→ Autres forces : Incluse dans $W_{autre}$ |

## Etape 2 : Type de Transformation

Analyser les hypothèses sur la transfo

Type de Transfo	T	P
Quelconque	T non définie	P non définie
Quasi-statique (QS)	T définie / Peut être $T \neq T_{ext}$	P définie / Peut être $P \neq P_{ext}$
Mécaniquement Réversible	T définie / Peut être $T \neq T_{ext}$	P définie / A tout instant : $P = P_{ext}$ (Équilibre mécanique avec l'extérieur)
Réversible (sous entendu méca et thermique)	T définie / A tout instant : $T = T_{ext}$ (Équilibre thermique avec l'extérieur)	P définie / A tout instant : $P = P_{ext}$ (Équilibre mécanique avec l'extérieur)

- + Hypothèses / Contraintes sur la transformation :
- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| → Isotherme ?   | / Monotherme ? |
| → Isobare ?     | / Monobare ?   |
| → Isochore ?    |                |
| → Adiabatique ? |                |

## Etape 3 : Choix de la variable / de l'énergie

Choisir les variables en fonction des paramètres choisis

On peut résumer dans ce tableau :

(Dans les autres cas, on choisit en général U)

Cas Particulier	Volume Constant	Pression Constante
Energie à choisir ?	Travail avec l'énergie interne $U$	Travail avec l'enthalpie $H = U + PV$
Ecriture du Premier Principe	$\delta W_{pressure} = -P_{ext} dV = 0$ $dU = \delta Q_V + \delta W_{autre}$	Si $P = P_{ext} = Cstte$ (méca réversible) $dH = \delta Q_P - P_{ext} dV + \delta W_{autre} + P dV$ $dH = \delta Q_P + \delta W_{autre}$
Relier Energie et Température ?	$dU = C_V \cdot dT$ <p>→ Toujours valable pour un GP → Seulement à V constant pour les autres</p>	$dH = C_P \cdot dT$ <p>→ Toujours valable pour un GP → Seulement à P constant pour les autres</p>

## Etape 4 : 1<sup>er</sup> Principe = BILAN D'ENERGIE

Selon les cas :

- |   |
|---|
| → Cas général :                               |
| → Système en équilibre macroscopique :        |
| → A volume constant, on simplifie :           |
| → A pression constante, on travaille avec H : |

$$\begin{aligned}
 dE_{totale} &= \delta Q + \delta W_{pressure} + \delta W_{autre} \\
 dU &= \delta Q + \delta W_{pressure} + \delta W_{autre} \\
 dU &= \delta Q_V + \delta W_{autre} \\
 dH &= \delta Q_P + \delta W_{autre}
 \end{aligned}$$

## Etape 5 : 2<sup>nd</sup> Principe = BILAN D'ENTROPIE

- Définition et calcul des entropies :

$$dS = \delta S^{ech} + \delta S^{crée} = \frac{\delta Q^{ech}}{T_{ext}} + \delta S^{crée} = \frac{\delta Q^{rév}}{T}$$

- Calcul possible avec les identités thermodynamiques :

$$\begin{cases} dU = TdS - PdV \\ dH = TdS + VdP \end{cases} + \delta W_{autre}$$