

# Système thermodynamique

**Système**

- ouvert** échange matière et énergie avec le milieu extérieur
- fermé** pas d'échange de matière mais échange d'énergie
- isolé** pas d'échange de matière ni d'énergie

Grandeurs qui caractérisent l'état d'un système thermo.

<b>Intensives</b>	Température ( $T$ )	<b>Extensives</b>	Volume ( $V$ )
	Concentration ( $c$ )		Quantité de matière ( $n$ )
	Pression ( $p$ )		Masse ( $m$ )

**Variables d'état**

$d\vec{F} = p dS \vec{n}$  Fonction d'état  
Fonction mathématique de variables d'état

À l'équilibre thermodynamique, les variables d'état sont indépendantes du temps, elles vérifient une équation d'état

Équation d'état d'une phase condensée incompressible, indilatable

$V = nV_m$  (volume molaire) = volume × quantité de matière

**Énergie interne**

Énergie microscopique contenue dans le système

<b>Inclut</b>	Énergie cinétique microscopique	<b>Exclut</b>	Énergie cinétique macroscopique
	Énergie d'interaction entre particules		Énergie d'interaction avec le milieu extérieur

## Gaz parfait

Un gaz parfait est composé de particules ponctuelles sans interaction à distance.

La pression est due aux chocs des molécules du gaz sur la paroi

Plus la température est élevée plus la vitesse des molécules est grande.

Équation d'état d'un gaz parfait

$$pV = nRT$$

volume (m<sup>3</sup>)      q<sup>ité</sup> de matière (mol)      température (K)

pression (Pa)      8,31 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>

### Vitesse quadratique moyenne

$u = \sqrt{\langle v^2 \rangle}$        $\langle E_c \rangle = \frac{1}{N} \sum_i \frac{1}{2} m v_i^2 = \frac{1}{2} m u^2$

Vitesse quadratique moyenne      Énergie cinétique moyenne

Lien avec la température

$\langle E_c \rangle = \frac{1}{2} m u^2 = \frac{3}{2} k_B T$       Constante de Boltzman  $k_B = \frac{R}{N_A} = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$

### Énergie interne

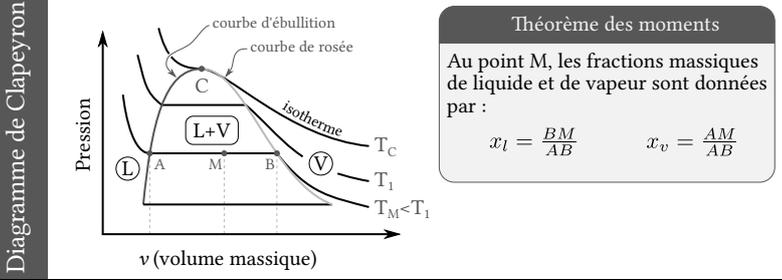
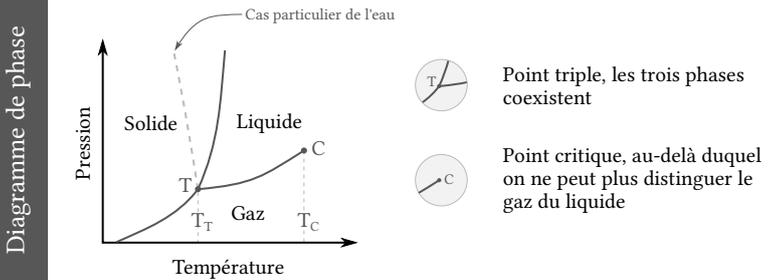
**Gaz parfait monoatomique**

Énergie interne (J)       $U = \frac{3}{2} nRT$       Capacité thermique à volume constant

$C_{Vm} = C_V/n = \frac{3}{2} R \approx 12,5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Il faut 12,5 J pour élever la température d'une mole de GP monoatomique de 1K (si son volume reste constant)

# Équilibre liquide-vapeur



# Transformation Thermodynamique

## Transformation thermo

- Une transformation thermodynamique peut être
- V** **isochore** : le volume du système reste constant
  - P** **isobare** : la pression du système reste constante
  - T** **isotherme** : la température du système reste constante (transformation lente)
  - p** **monobare** : la pression extérieure reste constante
  - T** **monotherme** : la température extérieure reste constante
  - **adiabatique** : pas d'échange de chaleur avec l'extérieur (transformation rapide)

### Travail des forces de pression

Lors d'une transformation élémentaire, le travail fourni par les forces de pression est :

$$\delta W = -p_{ext} dV$$

Pour une transformation quasistatique ( $p = p_{ext}$ ) entre deux points A et B, on a :

$$W = - \int_{V_A}^{V_B} p dV$$

aire sous la courbe  $p(V)$

### Transferts thermiques

<p><b>Conduction</b></p> <p>La chaleur est transportée de proche en proche dans la matière</p>	<p><b>Convection</b></p> <p>La chaleur est transportée par la mise en mouvement de la matière</p>	<p><b>Rayonnement</b></p> <p>Un corps chauffé émet un rayonnement qui est absorbé par un autre corps</p>
--	---	--