

## II.3 - Modèle du gaz parfait

### a) Expressions de l'entropie

La démonstration est plus compliquée que pour la phase condensée car toutes les variables d'état sont à prendre en compte. Cependant, la dépendance en  $n$  de la fonction d'état entropie est connue par extensivité, et si l'on connaît deux variables parmi  $T$ ,  $V$  et  $P$  (en plus de  $n$ ), la dernière s'en déduit par l'équation d'état. On utilisera donc au choix une représentation parmi

$$S = nS_m(T, V) = nS_m(T, P) = nS_m(P, V).$$

L'idée de la démonstration pour déterminer, par exemple,  $S(T, V)$  à partir d'un état de référence  $(T_{\text{réf}}, V_{\text{réf}})$  où l'entropie est connue est de raisonner à part d'une transformation auxiliaire du type

$$(T_{\text{réf}}, V_{\text{réf}}) \xrightarrow{\text{isotherme}} (T_{\text{réf}}, V) \xrightarrow{\text{isochore}} (T, V)$$

Au cours des deux transformations isotherme et isochore, une seule variable d'état varie, et le raisonnement peut alors être analogue à celui portant sur la phase condensée.

Si on connaît l'entropie du système dans un état de référence 0, alors on peut la calculer dans un état quelconque

▷ en fonction des variables d'état  $(T, V)$  :

$$S = S_{\text{réf}} + n \frac{R}{\gamma - 1} \ln \frac{T}{T_{\text{réf}}} + nR \ln \frac{V}{V_{\text{réf}}},$$

▷ en fonction des variables d'état  $(T, P)$  :

$$S = S_{\text{réf}} + n \frac{\gamma R}{\gamma - 1} \ln \frac{T}{T_{\text{réf}}} - nR \ln \frac{P}{P_{\text{réf}}},$$

▷ en fonction des variables d'état  $(P, V)$  :

$$S = S_{\text{réf}} + n \frac{R}{\gamma - 1} \ln \frac{P}{P_{\text{réf}}} + n \frac{\gamma R}{\gamma - 1} \ln \frac{V}{V_{\text{réf}}},$$

où  $\gamma = C_P/C_V$  est caractéristique du comportement thermique du gaz.

La variation  $\Delta S$  d'entropie au cours d'une transformation  $I \rightarrow F$  s'en déduit alors directement. En utilisant par exemple les variables d'état température et volume,

$$\Delta S = n \frac{R}{\gamma - 1} \ln \frac{T_F}{T_I} + nR \ln \frac{V_F}{V_I}.$$