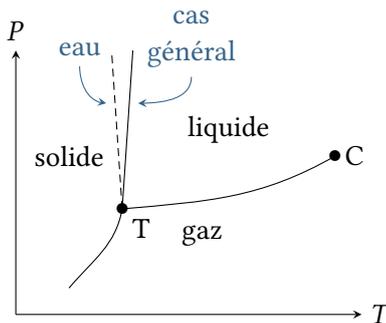


Changements d'état

I - États physiques d'un corps pur



- ▷ Diagramme (P, T) : pression en ordonnée, température en abscisse.
- ▷ Point triple T : coexistence stable des trois états ;
- ▷ Point critique C : au delà de ce point, les phases liquide et gaz deviennent indiscernables \leadsto fluide supercritique.
- ▷ À pression fixée, la coexistence de deux états n'est possible qu'à une unique température et réciproquement \leadsto pression de vapeur saturante, température de saturation dans le cas liquide-vapeur.

II - Équilibre liquide-vapeur d'un corps pur

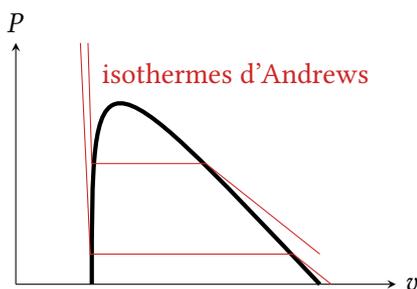
• Vocabulaire :

- ▷ liquide saturant = en équilibre avec la vapeur \neq liquide pur ;
- ▷ vapeur saturante = en équilibre avec le liquide \neq vapeur sèche.

• Titre en vapeur :

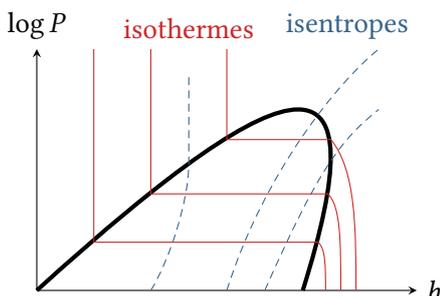
- ▷ définition : $x = \frac{m_V}{m_V + m_L}$ (proportion de vapeur)
- ▷ théorème des moments : $x = \frac{v - v_L}{v_V - v_L} = \frac{h - h_L}{h_V - h_L}$.

• Diagramme de Clapeyron : P en ordonnée, v en abscisse, souvent échelle log



- ▷ Courbe d'ébullition (gauche) + courbe de rosée (droite) = courbe de saturation ;
- ▷ Sommet = point critique ;
- ▷ Liquide saturant = sur la courbe d'ébullition ; vapeur saturante = sur la courbe de rosée.
- ▷ Isothermes d'Andrews : courbe $T = \text{cte}$
 - \rightarrow liquide : $v = \text{cte}$ donc verticale ;
 - \rightarrow diphasé : $P = P_{\text{sat}}(T) = \text{cte}$ donc horizontale ;
 - \rightarrow vapeur : $P = \text{cte}/v$ donc $\log P = -\log v + \text{cte}$.

• Diagramme des frigoristes : $\log P$ en ordonnée, h en abscisse.



- ▷ Courbe d'ébullition (gauche) + courbe de rosée (droite) = courbe de saturation ;
- ▷ Liquide saturant = sur la courbe d'ébullition ; vapeur saturante = sur la courbe de rosée.
- ▷ Sommet = point critique.
- ▷ Sur un diagramme réel, les portions parfaitement rectilignes sont repérées par des encoches sur la courbe de saturation.

- **Identifier un système diphasé** : résultats à retrouver en raisonnant graphiquement sur l'allure des diagrammes.
 - ▷ à T connue en fonction de la pression : $P \geq P_{\text{sat}}(T)$ (haute pression = liquide, basse pression = vapeur, égalité = diphasé);
 - ▷ à P connue en fonction de la température : $T \geq T_{\text{sat}}(P)$ (haute température = vapeur, basse température = liquide, égalité = diphasé);
 - ▷ connaissant v_V et v_L : diphasé si $v_L < v < v_V$;
 - ▷ connaissant h_V et h_L : diphasé si $h_L < h < h_V$.

III - Bilans thermodynamiques et changements d'état

- **Enthalpie de changement d'état** :
 - ▷ Au cours d'un changement d'état isobare isotherme d'une masse m : $\Delta H = m \Delta_{\text{chgt}} h$;
 - ▷ Les enthalpies de deux changements d'état réciproques sont opposées;
 - ▷ Un changement d'état met en jeu beaucoup plus d'énergie qu'un changement de température.
- **Entropie de changement d'état** : $\Delta_{\text{chgt}} s = \frac{\Delta_{\text{chgt}} h}{T_{\text{chgt}}}$.
- **Utilisation de transformations fictives dans les bilans avec changement d'état** : H et S étant des fonctions d'état, ΔH et ΔS peuvent se calculer en raisonnant comme si les variations de température et les changements d'état avaient lieu successivement.