

Licence Science de la Mer et de l'Environnement

Physique Générale

Chapitre 16 : Equilibre liquide-vapeur

1 – Généralités

Un fluide est déformable sous l'action de forces faibles. Liquides et gaz sont deux types de fluide. Dans certains cas, on passe de manière continue du gaz au liquide.

2 – Vaporisation dans le vide

La vapeur en équilibre avec un liquide à une température donnée T est appelée vapeur saturante. Quand la pression de vapeur devient supérieure à cette pression d'équilibre, il y a condensation.

3 – Propriétés des vapeurs saturantes

A température constante, la pression de la vapeur saturante d'un liquide est indépendante des masses de liquide et vapeur en présence.

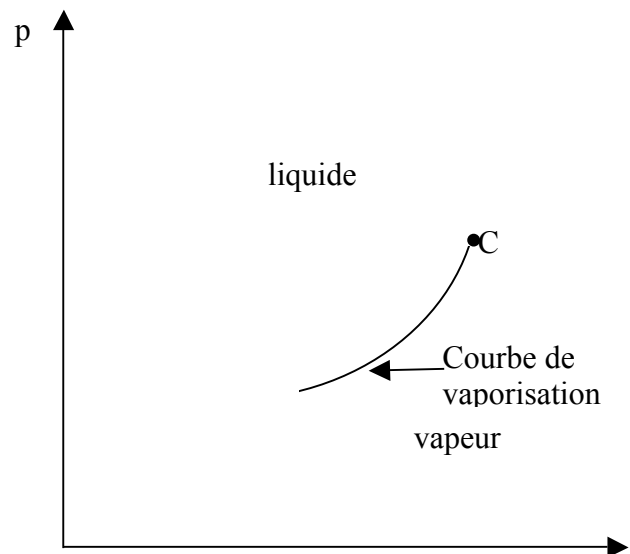
Par exemple : à 20°C, la pression de vapeur saturante est :

Eau :	17,5 Torr
Ethanol	43,8 Torr
Benzène	74,6 Torr
Ether	442 Torr

La pression de vapeur saturante augmente avec la température. Par exemple pour l'éther :

0°C	185 Torr
10°C	292 Torr
20°C	442 Torr
30°C	648 Torr

La courbe de vaporisation d'un liquide $p(T)$ est une courbe empirique qui peut s'approcher avec un développement limité de type : $\log p_s = A - \frac{B}{T}$. Elle est valable dans un domaine de température assez large.



4 – Propriétés des vapeurs sèches

les vapeurs sèches se comportent comme des gaz, on peut donc leur appliquer les lois des gaz parfaits :

$$pV = nRT$$

5 – Mélanges de gaz et de vapeurs

On définit l'humidité de l'air par le degré d'hygrométrie :

$$e = \frac{p}{p_s}$$

p est la pression de la vapeur d'eau à la température T

p_s est la pression saturante de la vapeur d'eau à la température T

On a toujours $e \leq 1$

6 - Evaporation

La vitesse d'évaporation, c'est à dire la masse de liquide évaporée par unité de temps est donnée par :

$$m = KS \frac{p_s - p}{P}$$

K est une constante

S est la surface de contact

p_s la pression de vapeur saturante

p la pression de vapeur au niveau de la surface

P la pression de l'atmosphère

On accélère l'évaporation de la manière suivante :

- En accroissant la surface, donc S devient plus grand
- En éliminant la vapeur au dessus du liquide, en soufflant ou par le vent
- En brassant le liquide, ce qui revient à accroître la surface du liquide
- En augmentant la température, ce qui augmente p_s

7 – Les isothermes

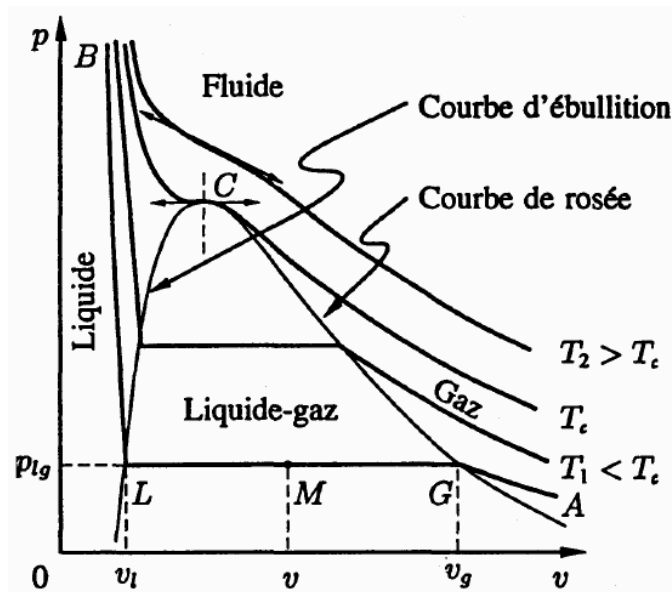
Sur la figure est représenté un réseau d'isothermes. En dessous de la température T_c , il y a deux phases : dans ce cas, la phase liquide et la phase gaz. Au dessus, il n'y en a plus qu'une, le fluide super critique .

Par exemple, les températures critiques sont :

Pour l'hydrogène H_2 $T_c = -239,9^\circ C$

Pour l'eau H_2O $T_c = 374^\circ C$.

C'est pour cela que les centrales nucléaires refroidies à l'eau ne peuvent pas fonctionner à très haute température, et ont donc un rendement faible. Les surgénérateurs (super phénix et la 4ème génération) sont et seront refroidis avec d'autres fluides : sodium liquide, hélium.... et pourront ainsi fonctionner à plus haute température, et donc avoir un meilleur rendement thermique.



8 – Propriétés du point critique

Au point critique :

- la chaleur latente de vaporisation tend vers zéro.
- Le coefficient de compressibilité isotherme d'un fluide est :

$$\chi = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T$$

A l'état critique $\chi \rightarrow 0$, car $\frac{\partial p}{\partial V} = 0$

La compressibilité est infinie

- Les masses volumiques $\rho_l = \frac{1}{u_l}$ et $\rho_v = \frac{1}{u_v}$ tendent vers la même limite
- Les indices de réfraction tendent vers la même valeur

9 – Continuité de l'état fluide

Dans le schéma suivant, on passe du point M dans la phase vapeur, au point N, dans la phase liquide, en contournant le point critique, sans franchir la courbe de vaporisation.

