

VAPORISATION et DEGRE d'HYGROMETRIE

1. Vaporisation dans un espace vide limité

En introduisant un liquide, celui-ci se vaporise immédiatement (vapeur *sèche*).

Dès que la quantité de liquide est importante, la vaporisation cesse (vapeur *saturante*), il y a un équilibre entre le liquide et le gaz.

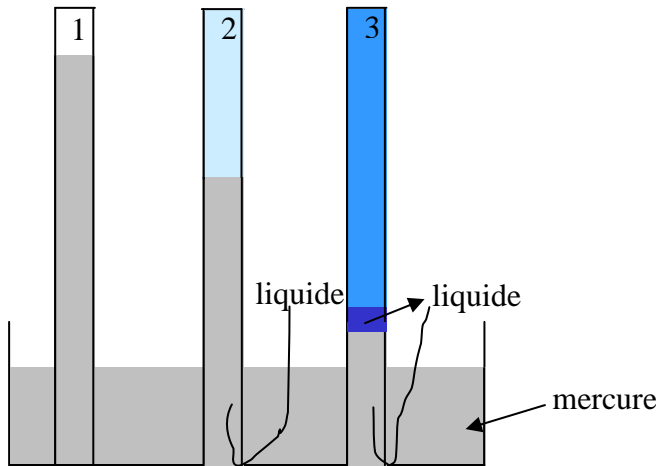
liquide à 20°C	mercure	eau	alcool	éther
pression* de vapeur saturante en pascals	0,16	2303	5763	58158

* la pression atmosphérique est environ égale à 100000 Pa.

1 : pression de vapeur saturante du mercure ($p \approx 0\text{Pa}$, vide)

2 : pression de vapeur sèche du liquide (p)

3 : pression de vapeur saturante du liquide ($p_s > p$)



2. Vaporisation dans un espace limité rempli de gaz

En introduisant un liquide, celui-ci se vaporise.

loi de Dalton
Pour une température donnée, la pression de vapeur saturante d'un liquide est la même que la vapeur soit ou non mélangée à d'autres gaz.

application : **HYGROMETRIE** de l'AIR

3. Vaporisation à l'air libre : évaporation

La pression de vapeur d'eau p sera toujours inférieure à la pression de vapeur saturante p_s de la vapeur d'eau ($p < p_s$).

C'est une disparition continue jusqu'à disparition du liquide.

L'**évaporation** prend de la chaleur au milieu extérieur (chaleur *latente de vaporisation*... L_v)

Exemples :

- sensation de froid quand on sort de l'eau ou quand on met de l'éther sur le bras.
- rafraîchissement d'une maison par souffle d'air qui se refroidit au contact de l'eau.

La vitesse d'évaporation d'un liquide :

- augmente avec la température
- est proportionnelle à la surface de séparation entre le liquide et l'air
- est proportionnelle à la différence de pression saturante et la pression de vapeur
- est inversement proportionnel à la pression atmosphérique

$$m = \frac{p_s - p}{P_{atm}}$$

m représente la masse qui s'évapore par seconde par mètre carré et à température constante.

4. Ebullition

Alors que l'évaporation se produit en surface, l'ébullition est une vaporisation en profondeur.

5. HYGROMETRIE de l'AIR, point de rosée

5A. Composition de l'air

L'AIR est un mélange de gaz constituant l'atmosphère terrestre.

- diazote 78%
- dioxygène 21%
- gaz rares, dioxyde de carbone CO₂, vapeur d'eau H₂O.

5B. Degré hygrométrique

a- lois

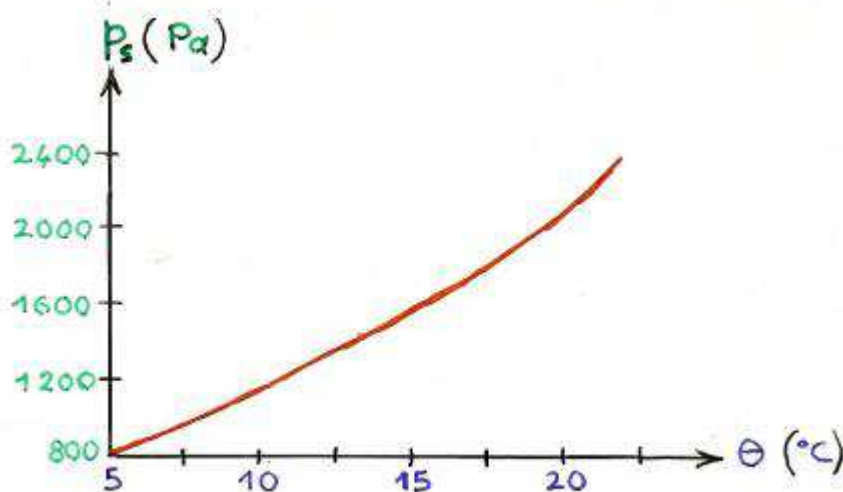
La proportion de vapeur d'eau dépend du degré d'hygrométrie de l'air, il est limité par la pression de vapeur saturante.

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

p : pression de la vapeur d'eau contenue dans l'air (Pa)

p_s : pression de vapeur saturante (Pa)

H_r : degré hygrométrique exprimé en % (humidité relative)



$$H_r = \frac{W}{W_s}$$

W : masse de vapeur d'eau contenue dans l'air (g.m⁻³)

W_s : masse de vapeur d'eau correspondant à la saturation de l'air (humidité absolue)

température (°C) θ_r	5	8	11	14	16	20	25	30
W_s (g.m ⁻³)	5,6	7	8,4	10,5	12	15	20	27

b- exemples

$H_r = 0\%$: atmosphère parfaitement sèche, climat saharien.

$H_r = 100\%$: atmosphère saturée d'humidité, climat équatorien.

$40\% < H_r < 60\%$: atmosphère confortable.

5c. Point de rosée

a- définition

Quand $H_r = 100\%$, de la vapeur d'eau passe à l'état liquide, il y a **condensation**.

b- exemples

- Condensation de surface sur les parois froides...(mur, vitrage, canalisation d'eau froide,...)
- Lors d'une chute de neige, alors que $H_r = 100\%$, l'air froid peut contenir moins de la moitié de quantité d'eau en suspension que dans le même volume d'air chaud au-dessus d'un désert.
- A la limite de saturation, l'eau continue à s'évaporer, mais elle doit remplacer une quantité égale de vapeur d'eau déjà présente...qui se condense.
- La rosée du matin qui perle sur une fleur, un ciel dégagé a favorisé un vif refroidissement au cours de la nuit et ce refroidissement a provoqué la condensation de la vapeur contenue dans l'air environnant.

Exercice 1 :

(pression atmosphérique normale : $P_{\text{atm}} = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 76 \text{ cm de mercure}$)

$$\rho_{\text{mercure}} = 13546 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$P_{\text{atm}} = p_{\text{diazote}} + p_{\text{dioxygène}} + \sum p_i + p_{\text{vapeur d'eau}}$$

p_i : pression des autres gaz de l'air

La pression de vapeur d'eau présente dans un local est égale à 8 mm de mercure.

Exprimer cette pression en :

- cm de mercure
- pascals
- atmosphère
- bar (1 bar = 10^5 Pa)
- millibars (mbar) et hectopascals (hPa)

Exercice 2 :

Dans un local à 20°C la pression de vapeur d'eau est égale à 8 mm de mercure.

- 1) Calculer le degré hygrométrique H_r et la masse de vapeur d'eau W contenue dans l'air.
- 2) A quelle température l'air du local sera saturé de vapeur d'eau ?

Exercice 3 :

Sachant que dans une pièce à 16°C , $H_r = 90\%$

- 1) Quelle est la pression de vapeur d'eau dans cette pièce ?
- 2) A quelle température l'air de cette pièce sera-t-il saturé d'humidité ?

Exercice 4 :

En utilisant le **DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE** (diagramme de Mollier), pour de l'air à 20°C :

- 1) Si $H_r = 80\%$, à quelle température apparaîtra la condensation ?
En déduire la pression de vapeur d'eau.
- 2) Si $p = 7,5 \text{ mm}$, à quelle température apparaîtra la condensation ?
En déduire la teneur en vapeur d'eau, ainsi que le taux d'humidité.
(on peut vérifier ces résultats par le calcul)

Exercice 5 : (ou on retrouve la loi des gaz parfaits : $P.V = n.R.T$ et $m = n.M$)

- 1) A 20°C , sachant que p_s est égale à 2303 Pa, calculer W_s .
- 2) A 20°C , dans un local de 1000 m^3 , sachant que $H_r = 70\%$, après avoir calculé la pression de vapeur d'eau P , calculer la masse de vapeur d'eau présente dans ce local.

Extraits BTS : - Thermique: b 1994 2) – eec 2008 condensation 1)2)

– eb 1998 (θ_{si1} simple vitrage : $\approx 10,8^\circ\text{C}$ et θ_{si2} double vitrage : $\approx 15,1^\circ\text{C}$) et 2005 ($\theta_{\text{siA}} \approx 4,3^\circ\text{C}$ et $\theta_{\text{siB}} \approx 15,8^\circ\text{C}$)

6. Diagramme de l'air humide

