

# L'hygrométrie

## a) Origine de la vapeur d'eau

L'air est un mélange gazeux dont l'un des composants est la vapeur d'eau. Cette vapeur d'eau a diverses origines : évaporation se produisant sur les étendues d'eau, le corps humain (respiration, transpiration)...

Prenons l'exemple d'une casserole d'eau qui dégage, en bouillant, environ 500 g d'eau par heure.

Nous ne parlerons pas des bains, douches, chauffe-eau, machines à laver, etc.

## b) Humidité relative ou degré hygrométrique

Nous avons vu que l'air peut contenir une certaine quantité de vapeur d'eau. Cette quantité de vapeur d'eau ne peut dépasser un maximum appelé limite de saturation. Plus l'air est chaud, plus il peut contenir de vapeur d'eau. Au delà de cette limite de saturation, l'excès de vapeur d'eau se condense.

Nous définirons, donc, l'air ambiant par sa température et son degré hygrométrique.

Le degré hygrométrique ou humidité relative étant le rapport du poids de vapeur contenu dans l'air humide, au poids qu'il pourrait contenir s'il était saturé.

$$\text{d'ou } HR = \frac{mr}{ms} \times 100$$

mr : masse d'eau réellement contenue dans 1 m<sup>3</sup> d'air sec.

ms : masse d'eau maximale pouvant être contenue dans 1 m<sup>3</sup> d'air sec.

A 20°C, l'air a 100% d'HR contient 17,3 g par m<sup>3</sup> d'air sec. Si dans les mêmes conditions de température, la teneur en vapeur d'eau est abaissée à 8,65 g par m<sup>3</sup> d'air sec, l'humidité relative sera donc :

$$HR = \frac{8,65}{17,3} \times 100 = 50\%$$

## c) La condensation

Afin de mieux comprendre le phénomène de condensation, considérons l'exemple suivant :

soit de l'air à 20°C contenant 15,4 g de vapeur d'eau par m<sup>3</sup>, l'air à cette même température peut contenir au maximum 17,3 g/m<sup>3</sup>. Nous avons, donc, une HR de

$$\frac{15,4}{17,3} \times 100 = 89\%$$

Un brusque refroidissement abaisse la température ambiante de 2°C, à cette nouvelle température de 18°C, l'air peut contenir, au maximum, 15,4 g de vapeur d'eau par m<sup>3</sup>. La quantité de vapeur contenue dans l'air, reste évidemment inchangée, soit toujours 15,4 g/m<sup>3</sup>, mais nous avons alors une humidité relative de :

$$HR = \frac{15,4}{15,4} \times 100 = 100\%$$

Nous sommes donc arrivés au seuil de saturation au delà duquel deux phénomènes peuvent entraîner des problèmes de condensation :

1°) un apport supplémentaire de vapeur d'eau;

2°) une baisse aussi légère soit elle de la température : (cette température limite correspondant à une humidité relative de 100% est appelée température de rosée).

En conclusion, nous retiendrons deux phénomènes physiques importants :

- plus l'air est chaud, plus il peut contenir de vapeur d'eau;

- pour une même quantité de vapeur d'eau, un abaissement de la température provoque une augmentation de l'HR et inversement, une élévation de température amène une diminution de l'HR.

## d) Pression de la vapeur d'eau

Dans cette première partie, nous avons étudié le problème de l'hygrométrie, sans tenir compte de la pression exercée par la vapeur d'eau, c'est ce problème de pression qui permet de mieux comprendre le phénomène de diffusion de la vapeur d'eau que nous allons aborder.

## e) Diffusion de la vapeur d'eau

Dans un mélange de gaz (ex. : l'air), on appelle pression propre la pression que le gaz exercerait s'il occupait, seul, le volume occupé par le mélange.

Ainsi dans le cas de l'air humide, la vapeur d'eau contenue dans l'air, exerce une pression propre proportionnelle à sa masse.

En appelant  $P_r$  la pression réelle et  $P_s$  la pression maximale, correspondant à la saturation, on peut écrire :

$$\frac{P_r}{P_s} \times 100 = \frac{m_r}{m_s} \times 100 = HR$$

## f) Sens de la migration

Entre deux ambiances possédant des pressions de vapeur d'eau différentes et séparées par une cloison, il y aura tendance à l'équilibre des pressions, donc transfert de la vapeur d'eau à travers la paroi.

Le transfert de la vapeur d'eau ne s'effectue pas nécessairement de l'ambiance possédant l'HR la plus élevée, à celle possédant l'HR la plus faible mais, de la pression la plus forte vers la plus faible.

Deux exemples nous aideront à mieux comprendre le phénomène :

### 1<sup>er</sup> exemple

Ambiance extérieure       $t = 0^\circ\text{C}$        $HR = 70\%$   
Pression de l'air à 100% d'HR = 4,58 mm Hg

Ambiance intérieure       $t = 20^\circ\text{C}$        $HR = 50\%$   
Pression de l'air à 100% d'HR = 17,53 mm Hg

Les pressions réelles seront donc :

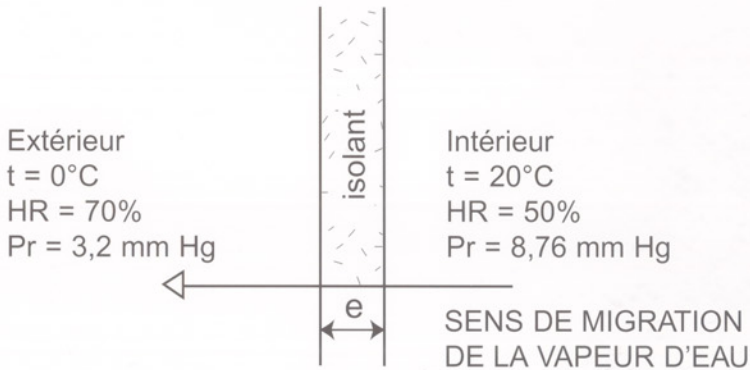
$$\text{Pression extérieure} = \frac{4,58 \times 70}{100} = 3,2 \text{ mm Hg}$$

$$\text{Pression intérieure} = \frac{17,53 \times 50}{100} = 8,76 \text{ mm Hg}$$



# L'hygrométrie (suite)

La diffusion de la vapeur d'eau a lieu de l'intérieur vers l'extérieur.



## 2<sup>ème</sup> exemple

Ambiance extérieure  $t = 35^{\circ}\text{C}$  HR = 60%  
Pression de l'air à 100% HR = 42,18 mm Hg

Ambiance intérieure  $t = 3^{\circ}\text{C}$  HR = 90%  
Pression de l'air à 100% HR = 5,69 mm Hg

Les pressions réelles seront donc :

$$\text{Pression extérieure} = \frac{42,18 \times 60}{100} = 25,30 \text{ mm Hg}$$

$$\text{Pression intérieure} = \frac{5,69 \times 90}{100} = 5,12 \text{ mm Hg}$$

La diffusion de la vapeur d'eau a lieu de l'extérieur vers l'intérieur.

