

## L' « AIR HUMIDE »

**Requiert la lecture préalable des fiches :**

*L'atmosphère : pression, température, structure verticale, composition de l'air*

*Les nuages*

### I – L'air humide et la notion de pression partielle de vapeur d'eau de l'air

L'air contient de l'eau sous forme de vapeur (eau à l'état gazeux).  
On parle d'« **air humide** » ou d'« **atmosphère humide** ».

La quantité de vapeur d'eau contenue dans un volume d'air est décrite par un paramètre appelé : « **pression partielle de vapeur d'eau de l'air** » (*pour aller plus loin : voir annexe*).

### II – La notion de « pression de vapeur d'eau saturante »

**Un volume d'air ne peut pas contenir plus qu'une quantité donnée d'eau sous forme de vapeur.** Au-delà de cette quantité, toute l'eau qui serait en excès ne pourra pas être contenue sous forme de vapeur, l'eau qui serait en excès formera des gouttelettes d'eau liquide.

**La quantité maximale de vapeur d'eau que peut contenir un volume d'air est décrite par un paramètre appelé : « pression de vapeur d'eau saturante ».**

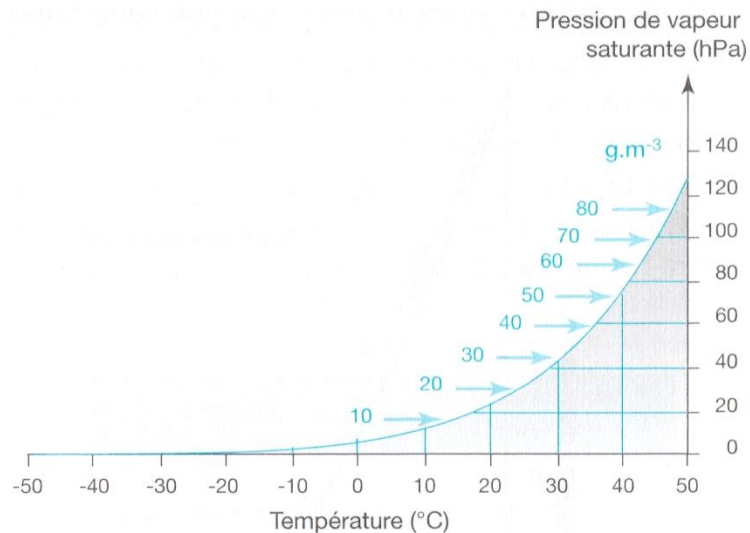
#### **EXEMPLES POUR COMPRENDRE**

- **Lorsque la pression de vapeur d'eau saturante est dépassée :** C'est-à-dire, lorsque la quantité d'eau d'un volume d'air est supérieure à la quantité maximale de vapeur d'eau qu'il peut contenir :
  - L'eau en excès sera présente sous forme liquide (formation de gouttelettes d'eau).  
*Exemples : rosée, brouillard... (voir partie VI)*
  
- **Lorsque la pression de vapeur saturante n'est pas atteinte :** C'est-à-dire, lorsque la quantité d'eau d'un volume d'air est inférieure à la quantité maximale de vapeur d'eau qu'il peut contenir :
  - L'eau présente sous forme liquide se vaporisera (c'est-à-dire deviendra gazeuse).  
*Exemples : vaporisation des flaques, disparition du brouillard, séchage du linge...*

### III – La « pression de vapeur saturante » et la température de l'air

Le graphique ci-dessous représente la pression de vapeur d'eau saturante en fonction de la température du volume d'air étudié. On peut observer que la pression de vapeur d'eau saturante d'un volume d'air dépend de la température de l'air.

Autrement dit, **la quantité maximale de vapeur d'eau que peut contenir un volume d'air est variable selon la température de l'air.**



**Figure 1 : Pression de vapeur d'eau saturante en fonction de la température**  
(en bleu : masse correspondante de vapeur d'eau en g par m<sup>3</sup> d'atmosphère)

(D'après Brahic et co. ; Sciences de la Terre et de l'Univers, Vuibert, 1999)

#### EXEMPLES POUR COMPRENDRE

**Lorsque la température de l'air est de 20°C :**

La pression de vapeur d'eau saturante est de 20 hPa, l'air peut contenir jusqu'à 15 grammes de vapeur d'eau par m<sup>3</sup>.

- Si un volume d'air à cette température contient 5 grammes de vapeur d'eau par m<sup>3</sup> et que de l'eau liquide existe dans l'atmosphère, elle se vaporisera jusqu'à ce que le volume d'air contienne 15 grammes de vapeur d'eau par m<sup>3</sup>.
- Si un volume d'air à cette température contient 15 grammes de vapeur d'eau par m<sup>3</sup> toute l'eau en excès sera liquide car à cette température le volume d'air ne pourra jamais contenir plus de 15 grammes de vapeur d'eau par m<sup>3</sup>.

**Lorsque la température de l'air est de 30°C :**

La pression de vapeur d'eau saturante est de 40 hPa, l'air peut contenir jusqu'à 30 grammes de vapeur d'eau par m<sup>3</sup>.

Plus la température de l'air est faible, moins le volume d'air peut contenir de vapeur d'eau.  
Et inversement, plus la température de l'air est élevée, plus le volume d'air peut contenir de vapeur d'eau.

Autrement dit, **un volume d'air chaud donné peut contenir plus de vapeur d'eau que le même volume d'air froid.**

## IV – La notion d' « humidité relative »

L'humidité relative de l'air représente la quantité de vapeur d'eau contenue dans un volume d'air par rapport à la quantité de vapeur d'eau que ce volume peut contenir à cette température. L'humidité relative de l'air est calculée en effectuant le rapport entre la pression partielle de vapeur d'eau de l'air et la pression de vapeur saturante de cet air à cette température.

L'humidité relative de l'air est exprimée en pourcentage.

$$\text{Humidité relative} = \frac{\text{Pression partielle de vapeur d'eau de l'air}}{\text{Pression de vapeur saturante de l'air à cette température}}$$

## V – La notion de « point de rosée »

Le « point de rosée » de l'air est la température la plus basse à laquelle un volume d'air (à pression et humidité constantes), est saturé en vapeur d'eau.

Autrement dit, le « point de rosée » est la température à laquelle la pression partielle de vapeur d'eau est égale à sa pression de vapeur saturante.

### EXEMPLES POUR COMPRENDRE

*D'après la figure 1 :*

- *Lorsqu'un volume d'air contient 12 g/m<sup>3</sup> d'eau sous forme de vapeur, le « point de rosée » de ce volume d'eau est de 14°C.*
- *Lorsqu'un volume d'air contient 30 g/m<sup>3</sup> d'eau sous forme de vapeur, le « point de rosée » de ce volume d'eau est de 30°C.*

## VI – La rosée du matin, la gelée blanche, le brouillard et la buée

*D'après Brahic et co. ; Sciences de la Terre et de l'Univers, Vuibert, 1999*

### A – La rosée du matin et la gelée blanche

#### Prenons l'exemple d'une journée chaude de septembre...

La température de l'air est de 25°C et l'air contient 12 g/m<sup>3</sup> de vapeur d'eau.

Cette température est supérieure au point de rosée (le point de rosée est de 14°C lorsque l'air contient 12 g/m<sup>3</sup> de vapeur d'eau).

#### La nuit tombe...

La température de l'air diminue, pour les objets près du sol, la température diminue davantage.

Si, par exemple, la température près du sol atteint 10°C, l'air ne peut garder que 9,5 g/m<sup>3</sup> de vapeur d'eau. Par conséquent, 2,5 g/m<sup>3</sup> d'eau vont se condenser et former des gouttelettes.

Ce phénomène est encore plus important à la fin de la nuit, quand la température près du sol est la plus basse. C'est la **rosée du matin** (figure 2a).

En hiver, le même phénomène se produit mais la vapeur d'eau passe directement de l'état gazeux à l'état solide (formation de glace), c'est la **gelée blanche** (figure 2b).

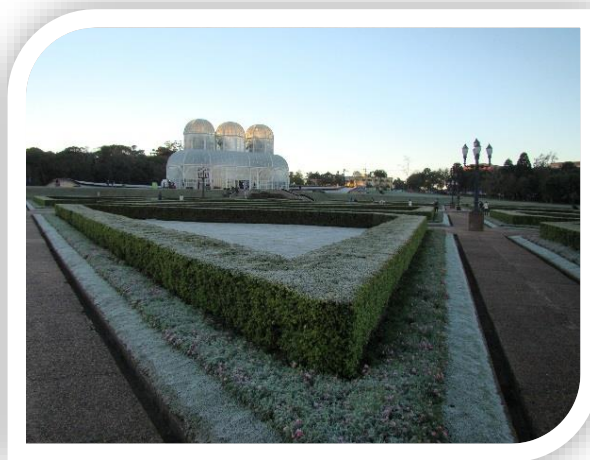


Figure 2a et 2b : Rosée (en haut), gelée blanche (en bas)

*Creative Commons*

## B – Le brouillard

### Prenons l'exemple d'une journée chaude de septembre...

La température de l'air est de 25°C et l'air contient 12 g/m<sup>3</sup> de vapeur d'eau.

Cette température est supérieure au point de rosée (le point de rosée est de 14°C lorsque l'air contient 12 g/m<sup>3</sup> de vapeur d'eau).

Le temps change et la température de l'air diminue à 10°C, donc en dessous du point de rosée. A 10°C, l'air ne peut garder que 9,5 g/m<sup>3</sup> de vapeur d'eau. Par conséquent, 2,5 g/m<sup>3</sup> d'eau vont se condenser et former des gouttelettes : une nappe de **brouillard** se forme (figure 3).



Figure 3 : Nappe de brouillard

*Creative Commons*

## C – La buée

Trois exemples pour comprendre la **buée** (figure 4)...

Si vous sortez une bouteille d'eau fraîche du réfrigérateur, la température de l'air au contact de la bouteille d'eau diminue sous le point de rosée et de l'eau se condense sur la bouteille, c'est la buée.

Dans une voiture en hiver, les passagers expirent une grande quantité de vapeur d'eau, la quantité de vapeur d'eau (donc la pression partielle de vapeur d'eau) dans la voiture augmente progressivement. Les vitres de la voiture sont froides, la température de l'air au contact de la vitre diminue sous le point de rosée et de la buée se forme.

Dans une salle de bain, après une douche chaude, l'air est chaud et contient une grande quantité de vapeur d'eau. Le miroir de la salle de bain est froid. La température de l'air au contact du miroir diminue sous le point de rosée et de la buée se forme.



**Figure 4 : Buée sur une fenêtre**

*Creative Commons*

## VI – La formation des nuages

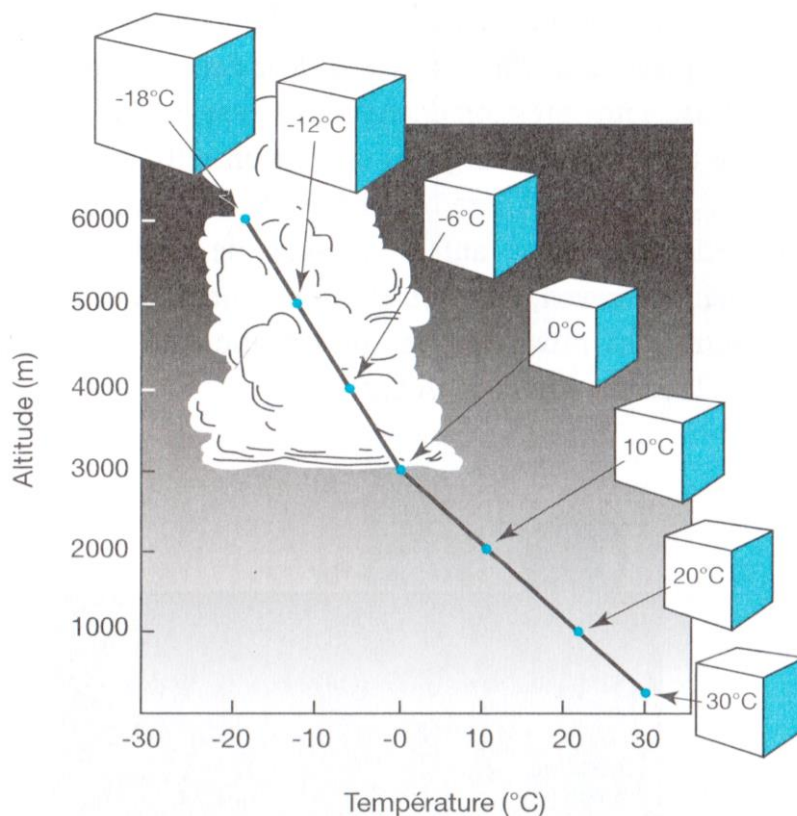
D'après la fiche « *L'atmosphère : pression, température, structure verticale, composition de l'air* », nous savons que :

- La pression atmosphérique diminue avec l'altitude.
- Lorsqu'une particule d'air s'élève en altitude, celle-ci est soumise à une **détente adiabatique**. Le volume de la particule d'air augmente, sa pression et sa température diminuent (figure 5).

*Remarque : En météorologie, on parle de **particule d'air** pour qualifier une quantité d'air de taille arbitraire contenant un nombre de molécules suffisant pour pouvoir être traité statistiquement.*

D'après la fiche « *Les nuages* », nous savons que :

- Les nuages sont constitués de gouttelettes d'eau et/ou de cristaux de glace.



**Figure 5 : Détente adiabatique et formation des nuages**

*(D'après Skinner et Porter, 1994 et Brahic et co. ; Sciences de la Terre et de l'Univers, Vuibert, 1999)*

Prenons l'exemple d'une particule d'air chaude proche du sol, contenant une certaine quantité de vapeur d'eau.

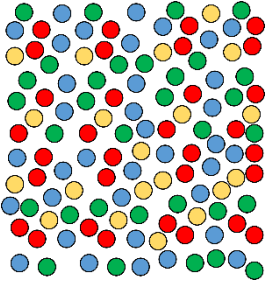
Cette particule d'air chaude et donc peu dense, s'élève en altitude. En s'élevant dans l'atmosphère, la pression atmosphérique diminue, la particule d'air subit une augmentation de volume et une décompression (détente adiabatique).

**La détente adiabatique est à l'origine du refroidissement de la particule d'air en altitude. En se refroidissant, la température de la particule d'air peut diminuer sous le point de rosée, l'eau se condense et les nuages se forment.**



## Annexe – Pour aller plus loin...

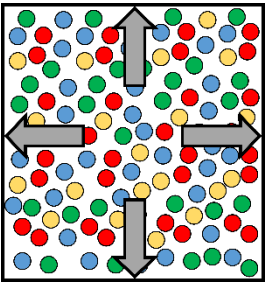
### La notion de pression partielle de vapeur d'eau de l'air



Une particule d'air est une quantité d'air de taille arbitraire contenant un nombre de molécule suffisant pour pouvoir être traité statistiquement.

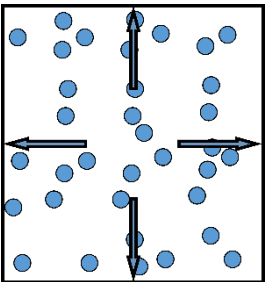
L'air est un mélange de différentes molécules (diazote, dioxygène, dioxyde de carbone, eau...).

*Le schéma ci-contre représente une particule d'air contenant un mélange de molécule.*



Une particule d'air exerce une pression sur les différentes surfaces avec lesquelles elle peut être en contact. On parle de pression totale.

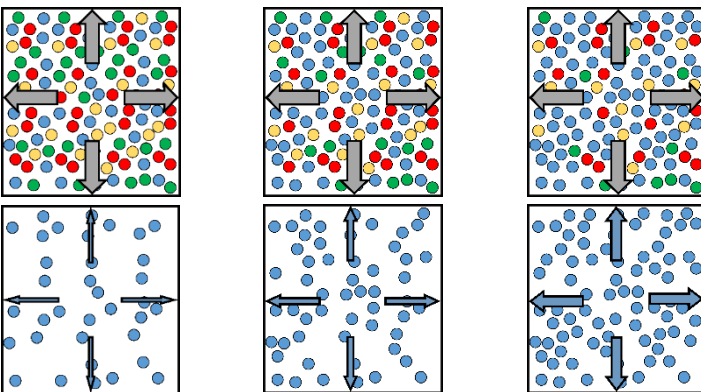
*Le schéma ci-contre illustre la pression exercée par la particule d'air.*



La pression partielle de vapeur d'eau d'une particule d'air est définie comme la pression qui serait exercée par la vapeur d'eau si celle-ci occupait à elle seule tout le volume occupé par la particule d'air, à la température de celle-ci.

La pression partielle de vapeur d'eau de l'air correspond donc à la contribution de la vapeur d'eau à la pression totale qu'exerce la particule d'air.

*Le schéma ci-contre illustre la notion de pression partielle de vapeur d'eau.*



Plus la quantité de vapeur d'eau contenue dans une particule d'air est grande, plus la pression partielle de vapeur d'eau est grande.

La quantité de vapeur d'eau et la pression partielle de vapeur d'eau sont proportionnelles.

*Les schémas ci-contre illustrent :*

*En haut (de gauche à droite) : des particules d'air contenant des quantités croissantes de vapeur d'eau.*

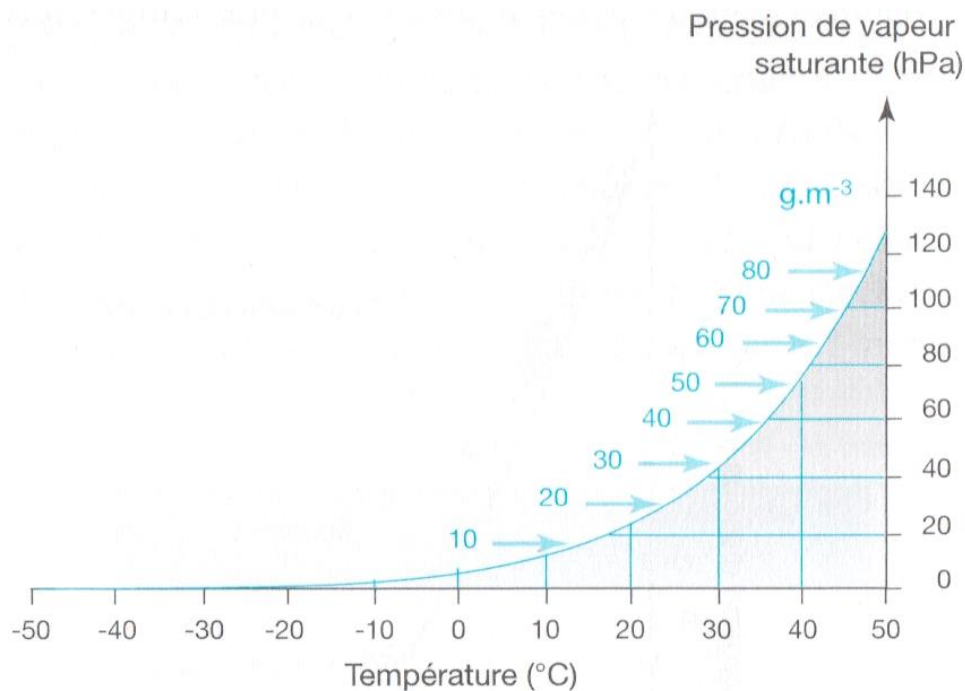
*En bas (de gauche à droite) : l'augmentation de la pression partielle de vapeur d'eau proportionnelle à l'augmentation de la quantité de vapeur d'eau contenue dans la particule d'air.*

Par conséquent, le paramètre « pression partielle de vapeur d'eau de l'air » permet de décrire la quantité de vapeur d'eau qu'un volume d'air contient.



## L'ESSENTIEL SUR L' « AIR HUMIDE »

- L'air contient de l'eau sous forme de vapeur, on parle d'air humide.
- La quantité maximale de vapeur d'eau que peut contenir un volume d'air est décrite par un paramètre appelé pression de vapeur d'eau saturante.
- La pression de vapeur d'eau saturante d'un volume d'air est variable selon la température de l'air. Un volume d'air chaud donné peut contenir plus de vapeur d'eau que le même volume d'air froid.



**Pression de vapeur d'eau saturante en fonction de la température**  
(en bleu : masse correspondante de vapeur d'eau en g par m<sup>3</sup> d'atmosphère)

(D'après Brahic et co. ; Sciences de la Terre et de l'Univers, Vuibert, 1999)

- L'humidité relative de l'air est la quantité de vapeur d'eau contenue dans un volume d'air par rapport à la quantité de vapeur d'eau que ce volume peut contenir à cette température.
- Le point de rosée de l'air est la température la plus basse à laquelle un volume d'air (à pression et humidité constantes), est saturé en vapeur d'eau. Autrement dit, le « point de rosée » est la température à laquelle la pression partielle de vapeur d'eau est égale à sa pression de vapeur saturante.
- Lorsque la température diminue et passe sous le point de rosée, l'eau se condense (rosée, brouillard, nuages...).