

PRESENTATION DU DIAGRAMME

Tracé pour une pression atmosphérique P donnée, le diagramme de l'air humide « DAH », ou diagramme psychrométrique permet de lire l'ensemble des caractéristiques utilisées pour une étude de traitement d'air. Voici une méthodologie pour réaliser une lecture du « DAH »

- L'axe des **températures** (abscisse), indique la température de l'air. Gradué de -15°C à 55°C .
- L'axe de **l'humidité absolue** (ordonnée) ou **teneur en humidité** indique la teneur en humidité de l'air. Il s'agit de la quantité de vapeur présente dans 1 kilogramme d'air sec. Elle s'exprime en grammes de vapeur d'eau par kilogramme d'air sec et elle est notée r [$\text{g}_{\text{vapeur}}/\text{kg}_{\text{air sec}}$] (en abrégé : g/kg). Gradué de 0g/kg à 30g/kg
- La saturation de l'air en vapeur d'eau limite la courbe du graphique à gauche. Correspond à la quantité maximale de vapeur d'eau que l'air peut contenir sans qu'elle ne se condense. Lorsque l'air contient cette quantité de vapeur, on dit qu'il est saturé en humidité ou que son hygrométrie est de 100 %.

Il existe une relation entre température et humidité de saturation. La teneur en vapeur de saturation augmente fortement avec la température de l'air. L'air chaud est capable de contenir beaucoup de vapeur d'eau.

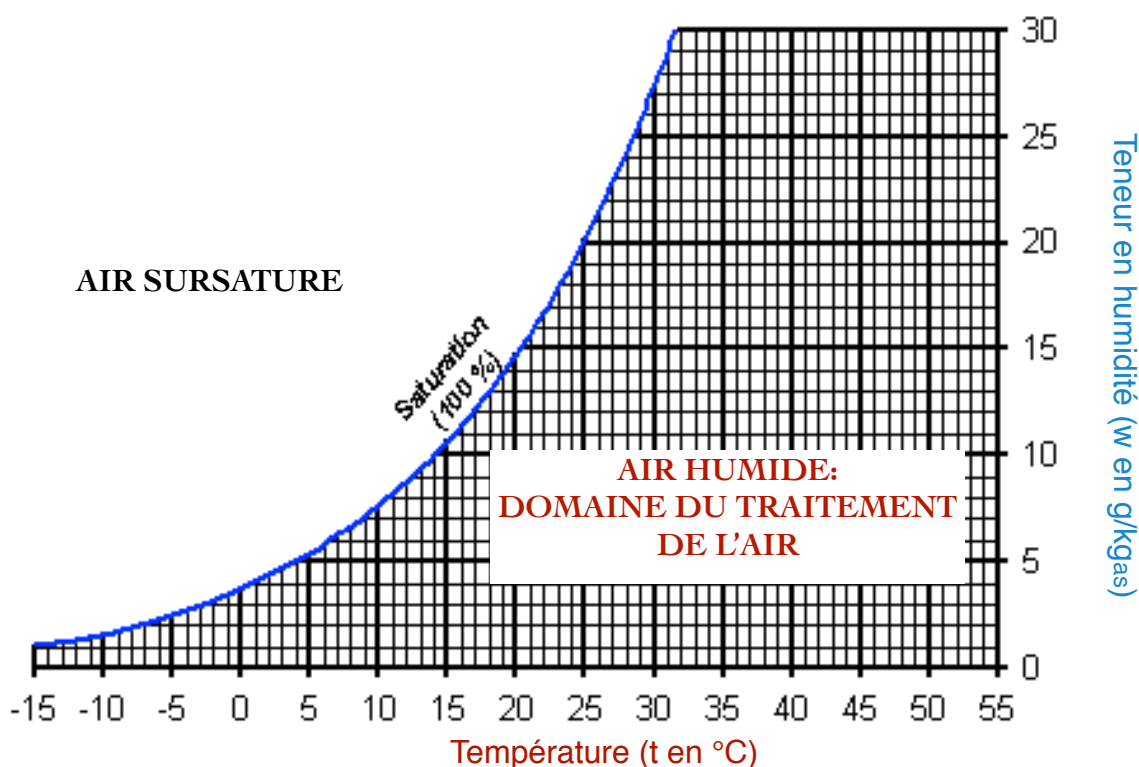
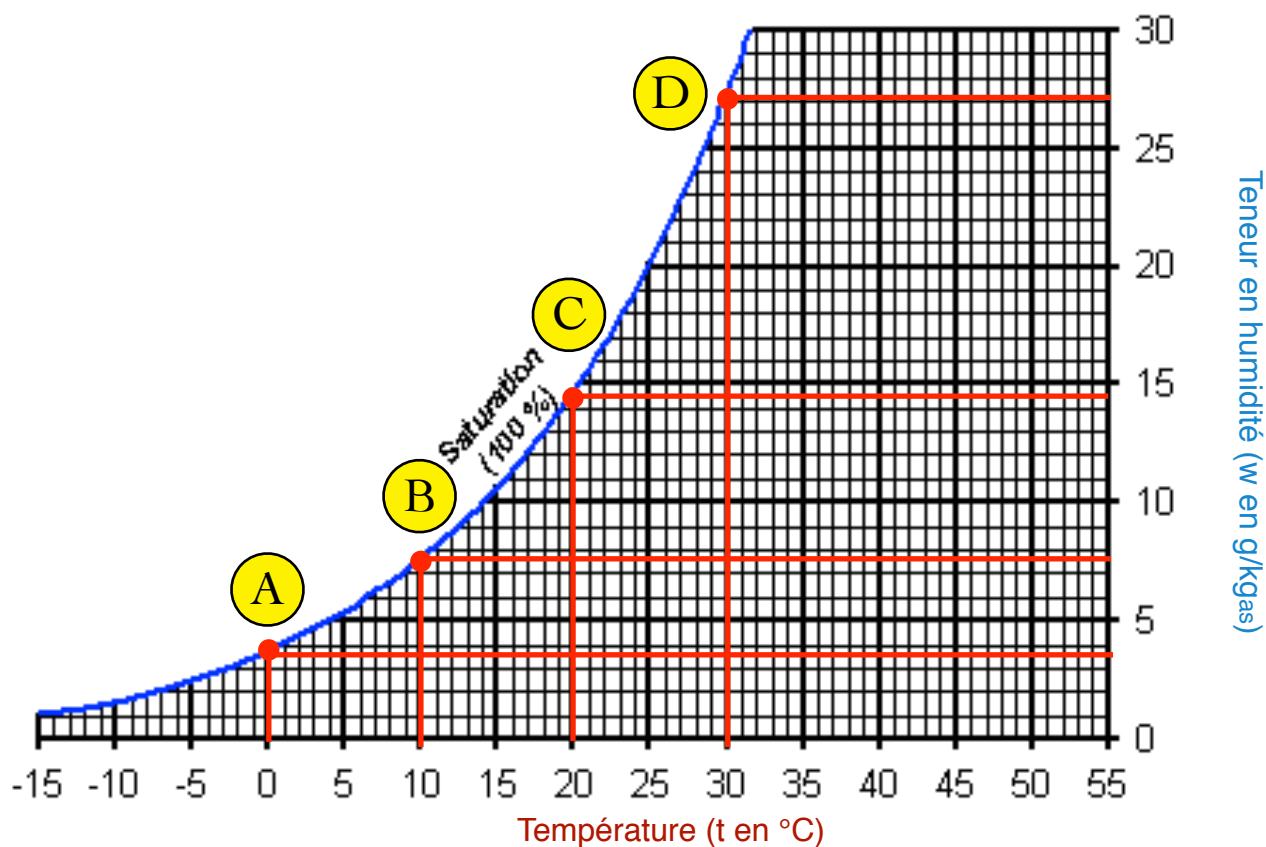


DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE
(diagramme psychrométrique)**Exemple n°1 :**

En utilisant le diagramme ci-dessous, comparer les teneurs en vapeur de saturation pour de l'air à 0 °C, 10 °C, 20 °C et 30°C.

**Réponses:**

Les teneurs en humidité à la saturation pour l'air sont :

- à 0 °C : 3,8 g/kg (point A du diagramme)
- à 10 °C : 7,8 g/kg (point B du diagramme)
- à 20 °C : 14,8 g/kg (point C du diagramme)
- à 30 °C : 27,2 g/kg (point D du diagramme)

L'HUMIDITÉ RELATIVE

L'humidité relative (ou hygrométrie) représente pour une température donnée le rapport entre l'humidité absolue de l'air étudié et l'humidité maximale qu'il pourrait atteindre s'il était saturé de vapeur (humidité absolue de saturation).

L'humidité relative est notée ϕ et s'exprime sous forme de pourcentage. **Une hygrométrie de 100% correspond à la saturation.** Les valeurs d'hygrométrie inférieures à 100% correspondent aux courbes iso-degré tracées à l'intérieur du diagramme ci-dessous.

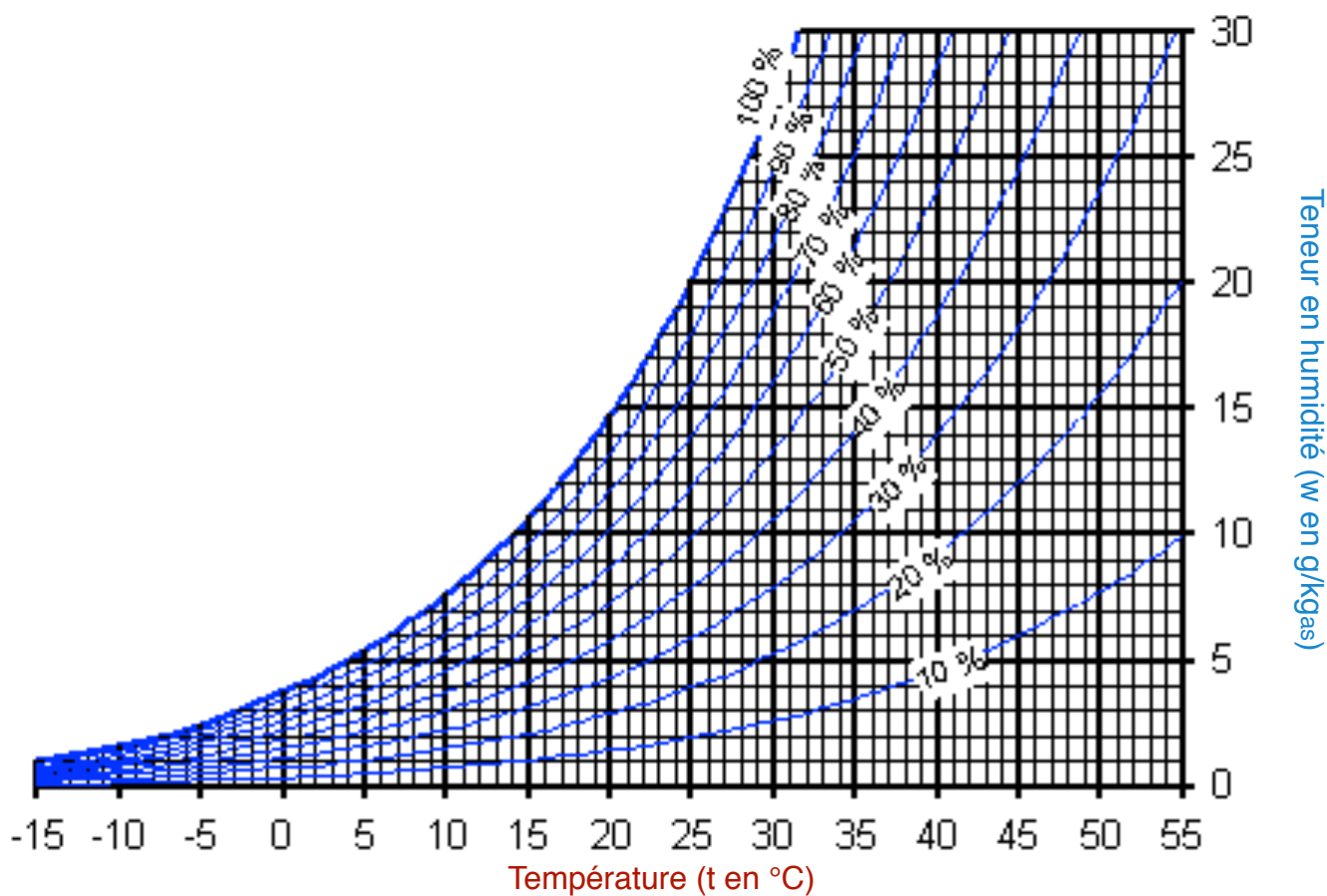


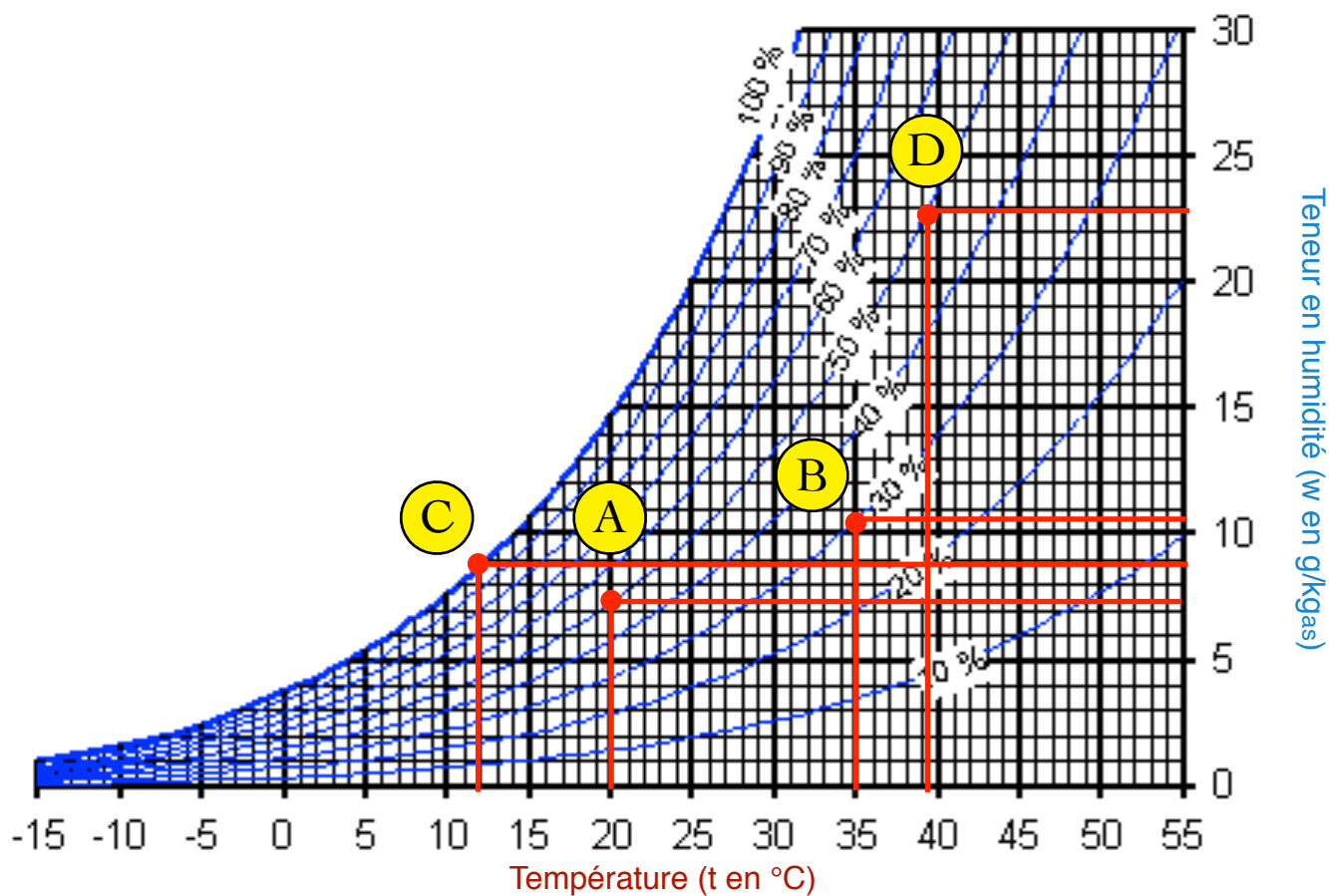
DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE
(diagramme psychrométrique)Exemple n°2 :

Si la température de l'air est de 20 °C et son hygrométrie ϕ de 50 %, alors sa teneur en humidité est de 7,2 g/kgas environ: **Point A**

Si la température de l'air est de 35 °C et son hygrométrie ϕ de 30 %, alors sa teneur en humidité est de 10,5 g/kgas environ: **Point B**

L'air saturé (100%) à 12°C, contient environ 8,9 g/kgas : **Point C**

Si la température de l'air est de 39°C avec une teneur en humidité de 23 g/kgas alors l'hygrométrie ϕ est de 50% : **Point D**



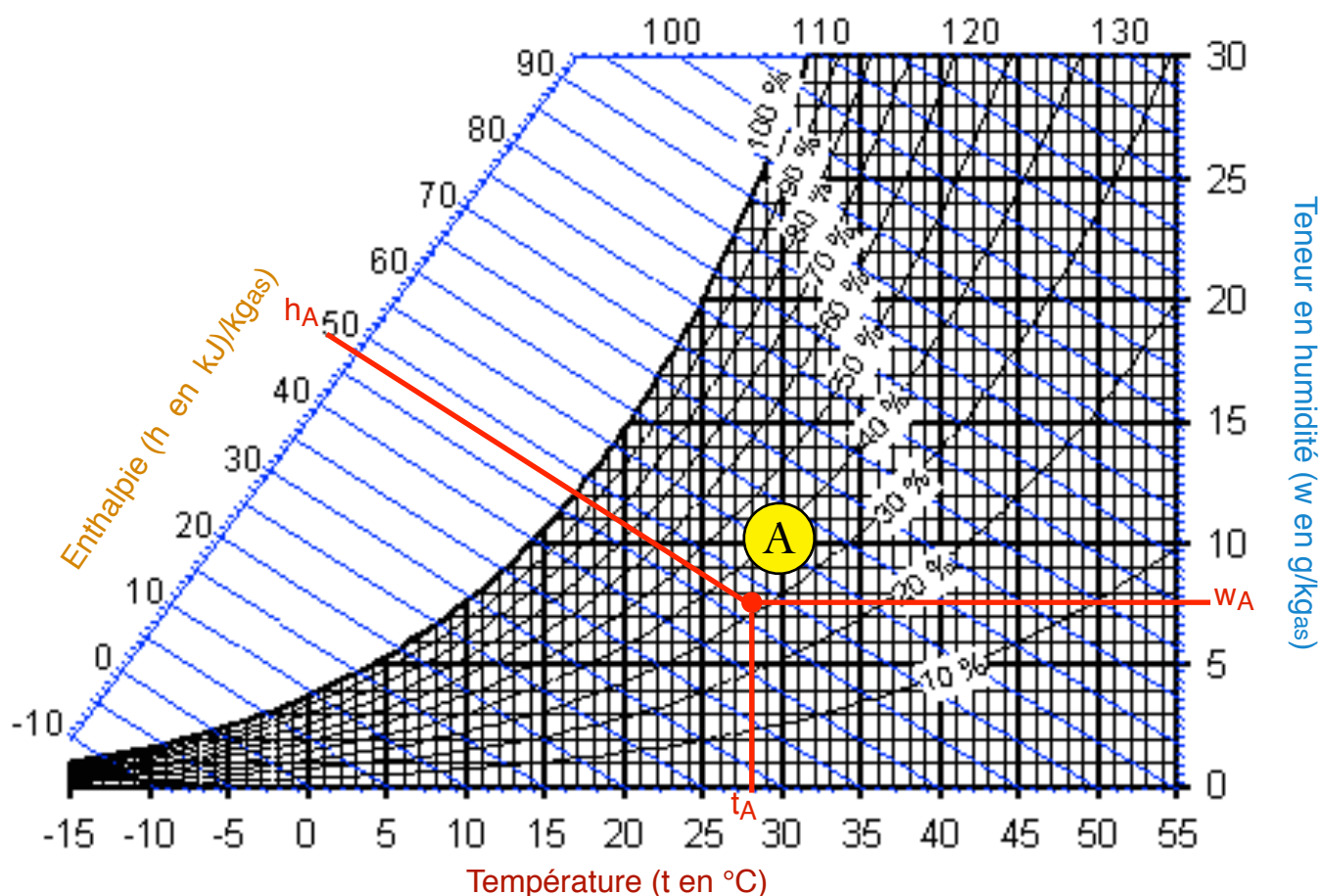
L'ENTHALPIE DE L'AIR

L'enthalpie de l'air indique l'énergie contenue dans l'air. Par convention, l'enthalpie de l'air totalement sec à 0 °C est nulle.

L'enthalpie augmente avec la température de l'air et sa teneur en humidité. Elle peut prendre une valeur négative pour de l'air de température inférieure à 0 °C, selon sa teneur en humidité.

L'enthalpie est notée h et s'exprime en kilojoules par kilogramme d'air sec $\text{kJ/kg}_{\text{gas}}$.

Une série de lignes « isenthalpes » sont tracées sur le DAH. Pour un point A donné sur le diagramme, la lecture de l'enthalpie spécifique h pour ce point s'effectue en menant une parallèle à ces isenthalpes jusqu'à la règle de graduation.



Pour le **Point A**, nous avons les valeurs suivantes:

- L'enthalpie h_A est de 48 $\text{kJ/kg}_{\text{gas}}$
- La teneur en humidité w_A est de 7,7 g/kg_{gas}
- La température de l'air t_A est de 28°C
- l'Hygrométrie ϕ d'environ 32%

Exemple n°3 :

Si la température de l'air est de 5 °C et l'hygrométrie ϕ de 60%, l'enthalpie de l'air sera de 13 kJ/kg_{as} : **Point A**

Si la teneur en humidité est de 10,5 g/kg_{as} et la température de l'air de 21°C, l'enthalpie de l'air sera alors de 47 kJ/kg_{as} : **Point B**

Si la teneur en humidité est de 10,5 g/kg_{as} et la température de l'air de 31°C, l'enthalpie de l'air sera alors de 57 kJ/kg_{as} : **Point C**

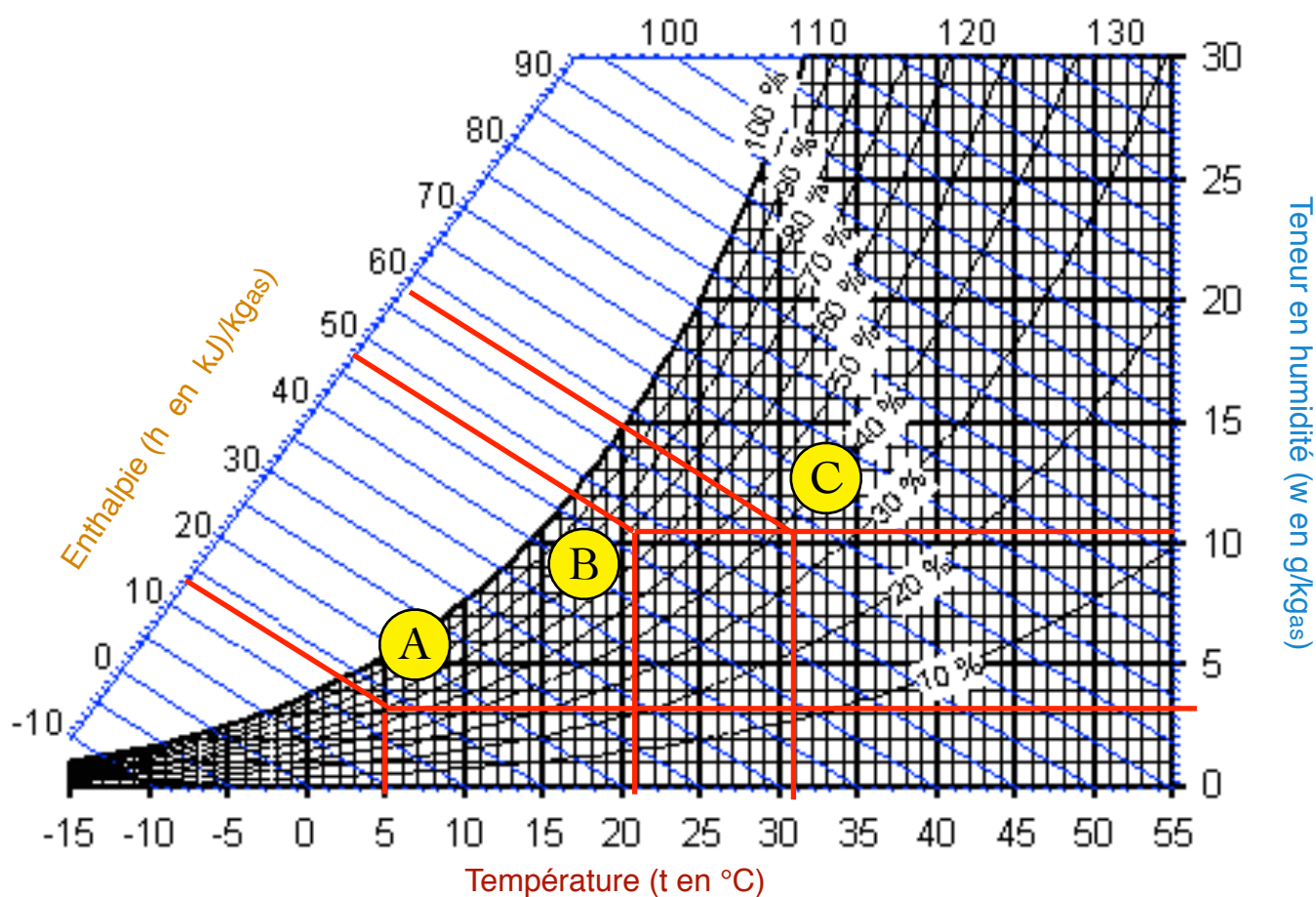
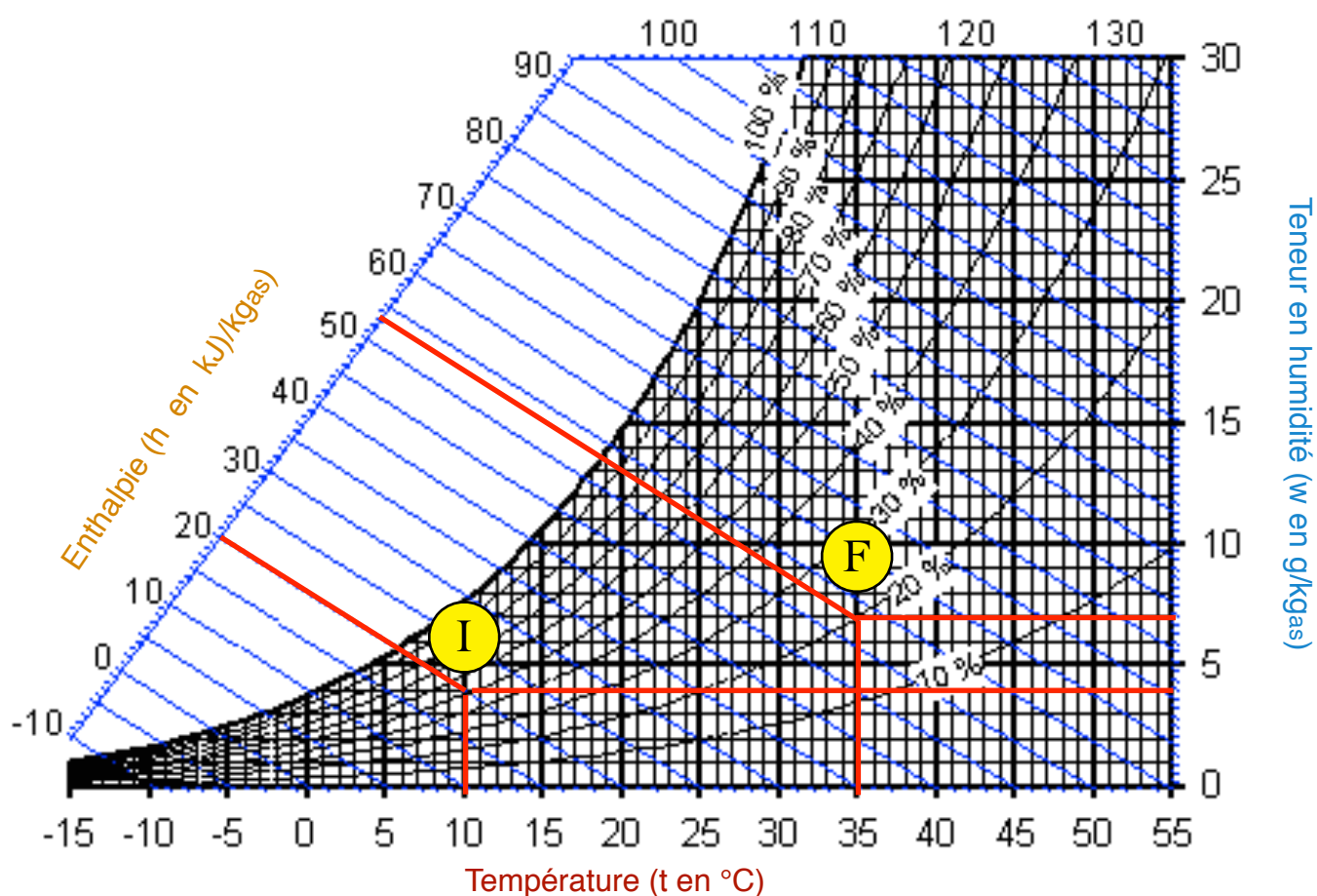


DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE (diagramme psychrométrique)

Exemple n°4 :

On veut réchauffer et humidifier de l'air dans les conditions suivantes :

- Caractéristiques initiales : température de 10 °C, teneur en humidité de 4 g/kgas ;
- Caractéristiques finales : température de 35 °C, teneur en humidité de 7 g/kgas.
- Déterminer le supplément d'enthalpie à fournir à l'air.



Réponse:

Dans les conditions initiales, l'enthalpie de l'air est environ 20 kJ/kgas (point I du diagramme).

Dans les conditions finales, l'enthalpie de l'air est d'environ 53,5 kJ/kgas (point F du diagramme).

Pour chauffer et humidifier l'air comme prévu, il faut donc lui apporter $53,5 - 20 = 33,5$ kJ/kgas

TEMPÉRATURE DE ROSÉ & TEMPÉRATURE HUMIDE & TEMPÉRATURE SÈCHE

La température de rosée (t_r) en °C

C'est la température à partir de laquelle la vapeur d'eau contenue dans l'air commence à se condenser quand l'air se refroidit. Autrement dit, c'est la température à laquelle, pour une teneur en humidité donnée (w), la vapeur atteint la pression de vapeur saturante.

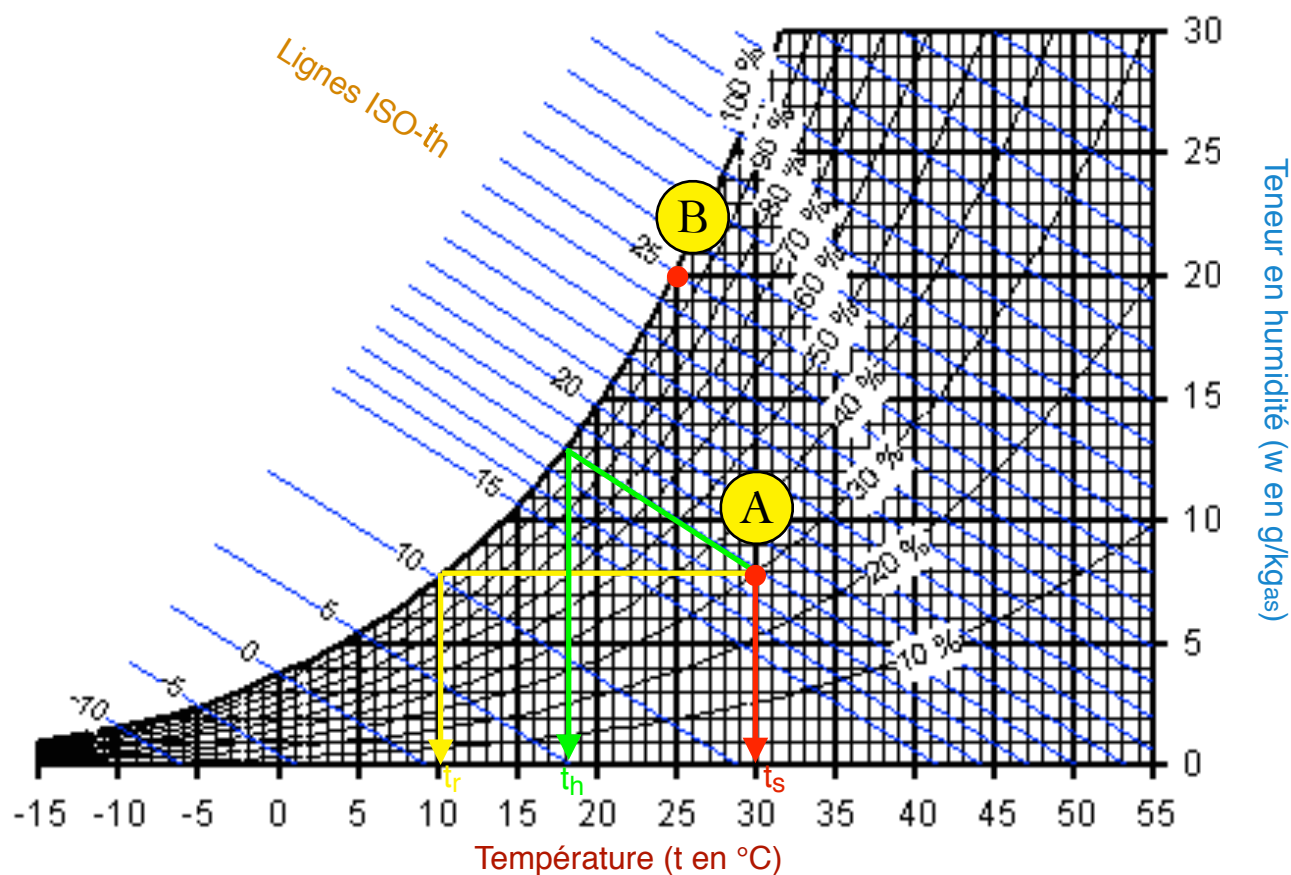
Température humide (t_h) en °C

La température humide t_h est la température lue sur un thermomètre (appelé thermomètre psychrométrique) dont le bulbe est recouvert d'un coton saturé d'eau et placé dans un flux d'air. L'air au contact avec le bulbe produit une évaporation qui engendre un abaissement de la température du bulbe qui se stabilise lorsque l'air se sature.

Température sèche (t_s) en °C

La température sèche t_s de l'air est la température repérée et lue sur un thermomètre placé dans un courant d'air, à l'abri de tout rayonnement.

Remarque : Nous avons toujours $t_r < t_h < t_s$. Dans le cas particulier de la saturation, nous



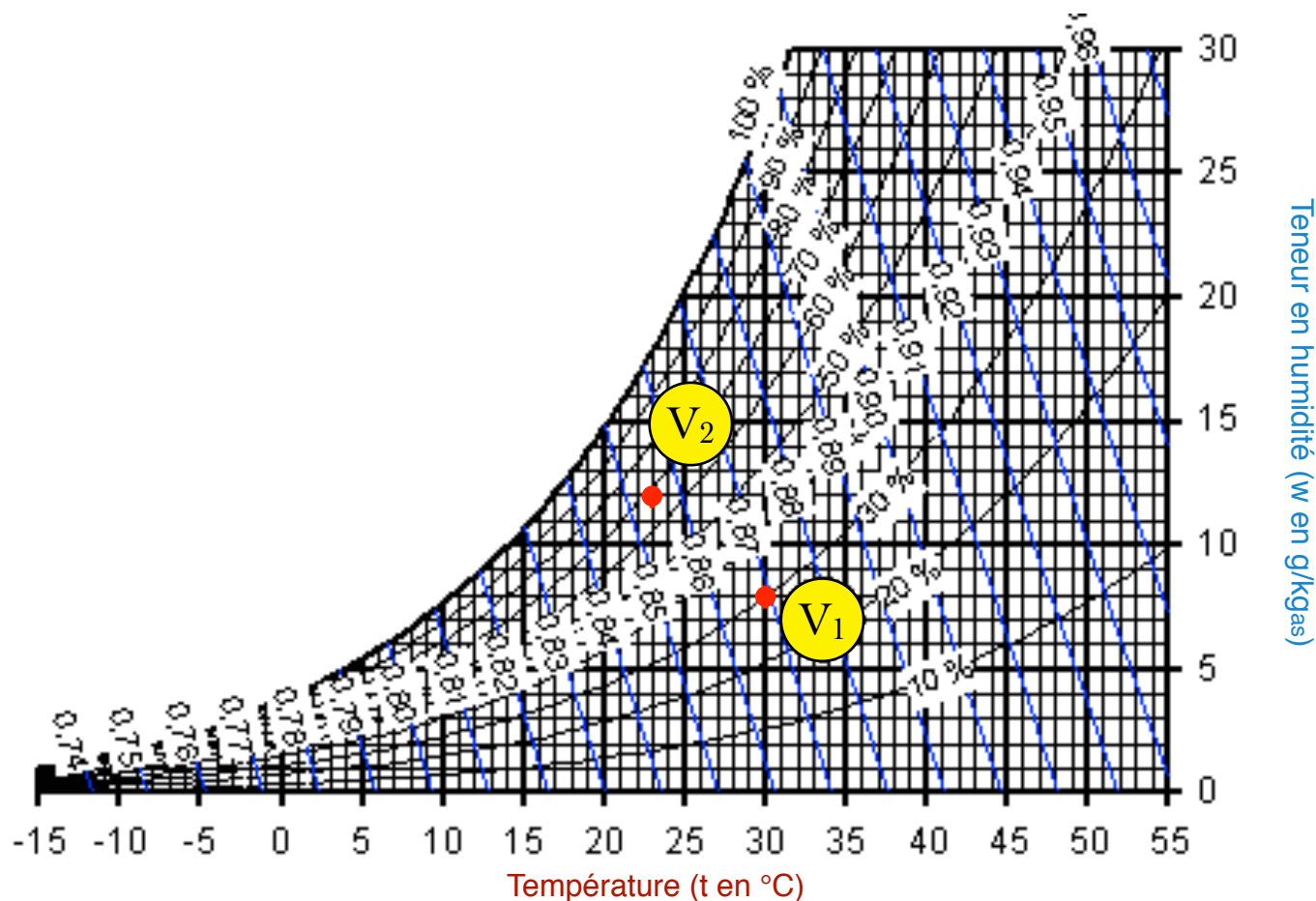
Points	Températures		
	t_s °C	t_h °C	t_r °C
A	30	18	10,1
B	25	25	25

VOLUME SPECIFIQUE DE L'AIR

C'est le volume occupé par un kilogramme d'air sec accompagné des quelques grammes de vapeur qui lui sont mélangés. On le note V_s en $\text{m}^3/\text{kg}_{\text{as}}$

Le volume spécifique de l'air augmente avec la température (car l'air se dilate en s'échauffant). Il augmente aussi avec la teneur en humidité (car la vapeur d'eau est moins dense que l'air sec).

La lecture du volume spécifique V_s se fait à l'aide des droites iso-volume tracées de 0.74 à 0.95 par intervalle de 0.01 $\text{m}^3/\text{kg}_{\text{as}}$. Elles n'apparaissent pas sur tous les diagrammes car cette caractéristique n'est pas toujours utilisée.



Points	Températures			Hydrométrie	l'Enthalpie	Volume Spécifique	Teneur en humidité
	t_s $^{\circ}\text{C}$	t_h $^{\circ}\text{C}$	t_r $^{\circ}\text{C}$	φ (en %)	h ($\text{kJ}/\text{kg}_{\text{as}}$)	V_s ($\text{m}^3/\text{kg}_{\text{as}}$)	w ($\text{kg}/\text{kg}_{\text{as}}$)
V_1	30	18	11	30		0,87	8
V_2	23	19	10,6	68		0,856	12

DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE

PRESSION ATMOSPHERIQUE NORMALE 101300 [Pa]

