

Nom :

Prénom :

Date :

## Livret d'exercices

Thème	Rubrique	Sous-rubrique	Sous sous-rubrique
Climatisation			

## Evolutions élémentaires: le traitement de l'humidité

Auteur: Jacques Besse, Patrick Delpech

<http://formation.xpair.com/essentiel-genie-climatique/lire/evolutions-elementaires-traitement-humidite.htm>

### Principe d'utilisation du livret d'exercices

Ce livret vous permettra de rédiger vos réponses aux exercices du dossier d'Eformation Xpair.com. Vous alternerez ainsi lecture ou audition du dossier en ligne et rédaction dans le livret.

Pour chaque exercice, vous rédigerez votre réponse, puis vous en étudierez la correction en ligne avant de passer à l'exercice suivant.

Si vous ne savez pas traiter un exercice, vous pourrez directement en étudier la correction, mais aussi souvent que possible obligez-vous à une rédaction.

Notez qu'entre 2 exercices, il pourra être nécessaire d'étudier le cours. Pour vous en prévenir, vous trouverez parfois, dans le livret l'indication :

« Etudiez le cours en ligne avant de passer à l'exercice suivant » ou « Etudiez le cours en ligne avant de passer au § suivant ».

N'étudiez que les paragraphes et les exercices relatifs au niveau de difficulté égal ou inférieur à celui prévu pour votre formation.

- Niveau 3 : difficulté CAP
- Niveau 4 : difficulté Bac
- Niveau 5 : difficulté Bac+2

Puis, lorsque vous aurez terminé un dossier, vous pourrez vous évaluer en ligne par un test QCM dans lequel vous ne traiterez que les questions relatives aux thèmes que vous aurez étudiés.

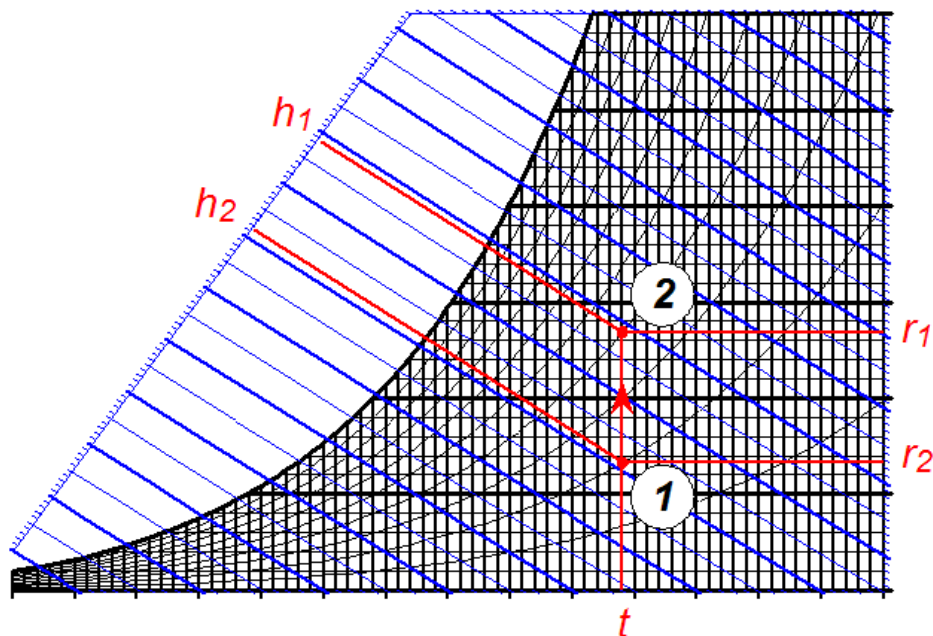
Bon travail.

Les auteurs.

**NB : Si vous détectez une coquille ou une erreur dans le présent livret ou dans le dossier en ligne, nous vous serons très reconnaissants de l'indiquer à Xpair sur la messagerie [mq@xpair.com](mailto:mq@xpair.com).**

## N°1 - Evolution de la teneur en humidité - niv 5

Etudiez le cours en ligne.



## N°2 - Injection de vapeur : calcul de la puissance - niv 5

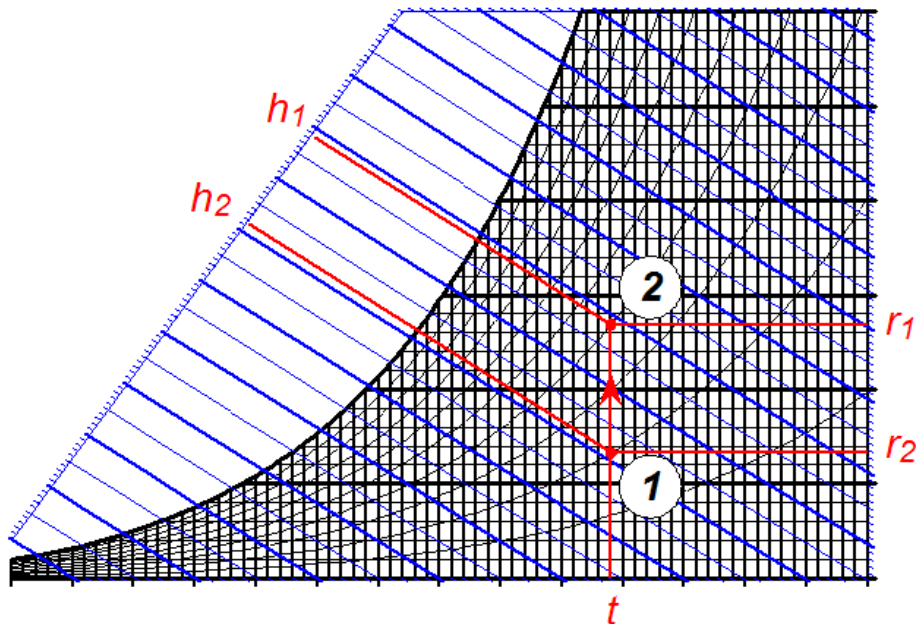
Etudiez le cours en ligne.

La puissance de l'humidificateur (en [kW]) dépend du débit d'air  $q_v$  [ $m^3/h$ ] et des enthalpies d'entrée et de sortie de l'air  $h_1$  et  $h_2$  [kJ/kg] :

$$P = \frac{q_v}{3000} \cdot (h_1 - h_2)$$

### N°3 - Calcul du débit de vapeur d'eau - niv 5

Etudiez le cours en ligne.



Le débit de vapeur d'eau injecté (en [g/h]) dépend du débit d'air  $q_v$  [ $m^3/h$ ] et des teneurs en humidité d'entrée et de sortie de l'air  $r_1$  et  $r_2$  [g/kg] :

$$q_{vap} = 1,2 \cdot q_v \cdot (r_2 - r_1)$$

### N°4 - Relation entre puissance et débit de vapeur d'eau - niv 5

Etudiez le cours en ligne.

Pour permettre l'évaporation de 1 gramme d'eau, il faut disposer de 0,7 Watt

Pour permettre l'évaporation de 1 [kg] d'eau, il faut disposer de 0,7 [kW]

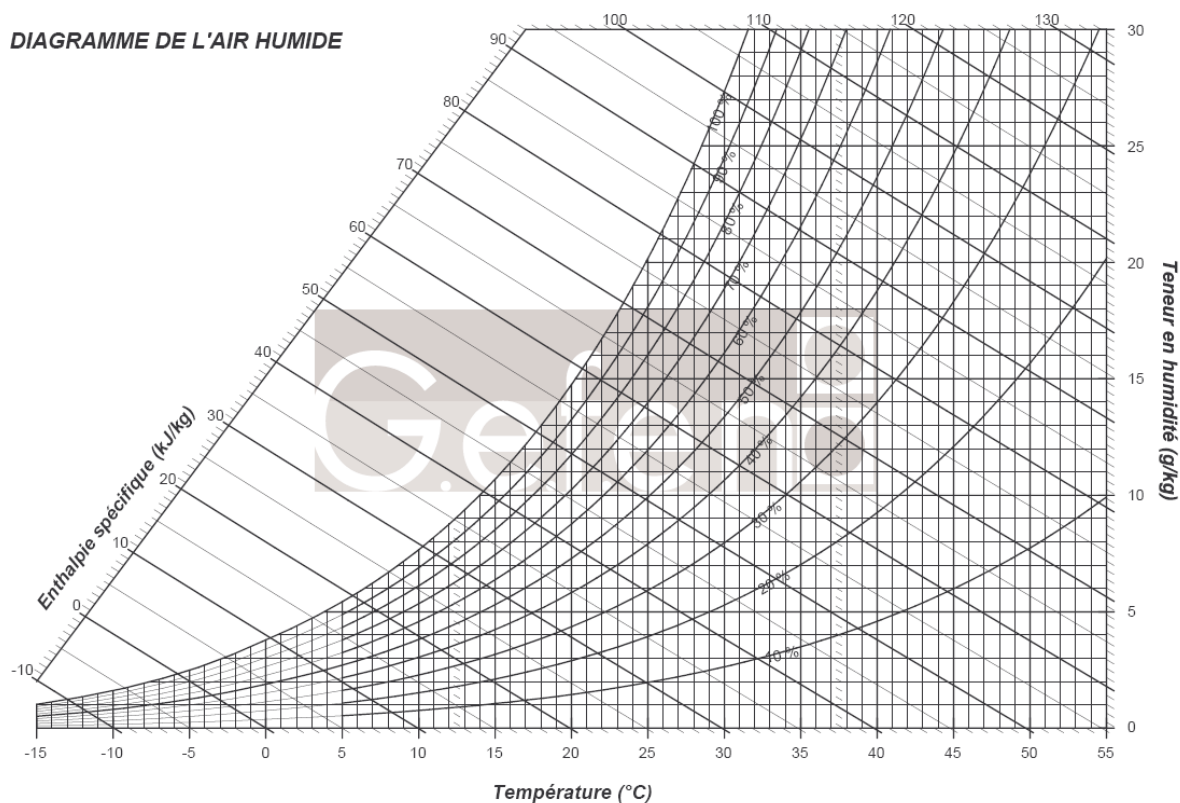
**Question Q1:** Déterminez le débit de vapeur.

On dispose d'un débit d'air de 5 580 [m<sup>3</sup>/h] de caractéristiques suivantes :

- température : 20 [°C]
- teneur en humidité : 3 [g/kg]

On souhaite humidifier cet air à l'aide d'un humidificateur à vapeur, jusqu'à atteindre une hygrométrie de 50 [%].

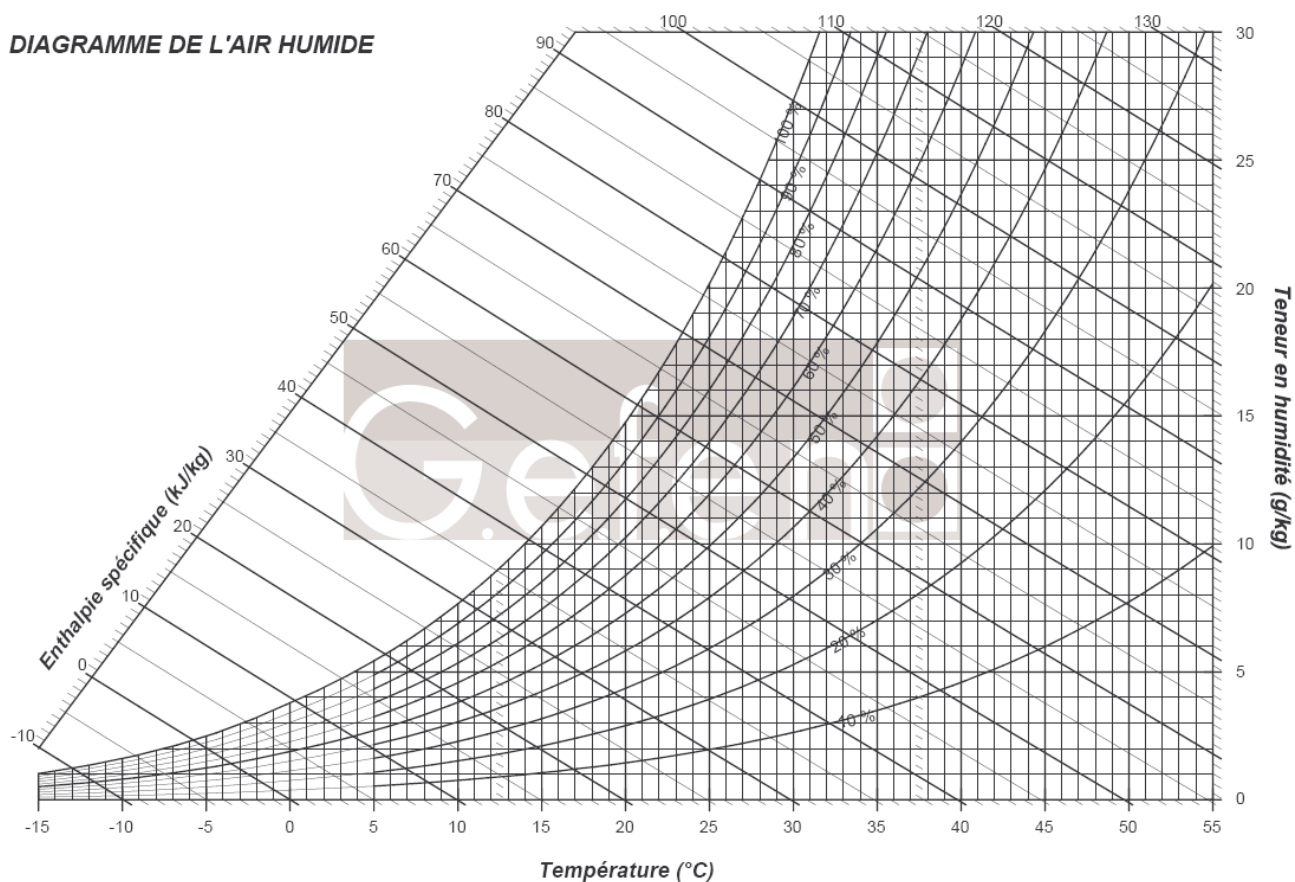
- Tracez l'évolution sur un diagramme de l'air humide.
- Déterminer la teneur en humidité à atteindre après humidification.
- Déterminer le débit de vapeur et la puissance de l'humidificateur nécessaire.



**Question Q2:** Déterminez le débit de vapeur.

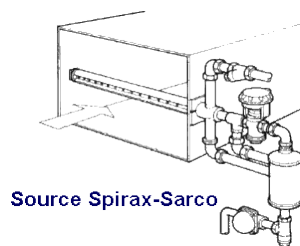
A la sortie d'une centrale de traitement d'air soufflant un débit de  $9\,400 \text{ m}^3/\text{h}$ , on installe un humidificateur à vapeur d'une puissance de  $25 \text{ kW}$ . Les conditions de l'air en entrée d'humidificateur sont :

- température :  $24 \text{ }^\circ\text{C}$  ;
  - teneur en humidité :  $3,5 \text{ g/kg}$ .
- Estimer le débit de vapeur d'eau que cet humidificateur est capable de fournir.  
 - Déterminer la teneur en humidité maximale possible en sortie d'humidificateur.  
 - Tracez l'évolution sur un diagramme de l'air humide.  
 - Vérifier la puissance de l'appareil après avoir placé sur le diagramme les points correspondants et relevé les enthalpies d'entrée et de sortie d'air.



## N°5 - Humidificateurs sur réseaux de vapeur - niv 5

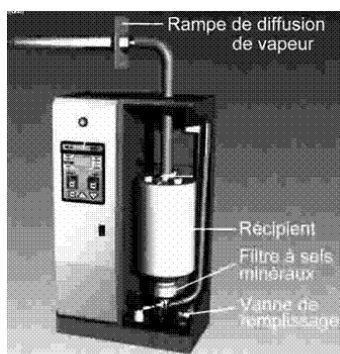
Etudiez le cours en ligne.



Source Spirax-Sarco

## N°6 - Humidificateurs à vapeur autonomes électriques - niv 5

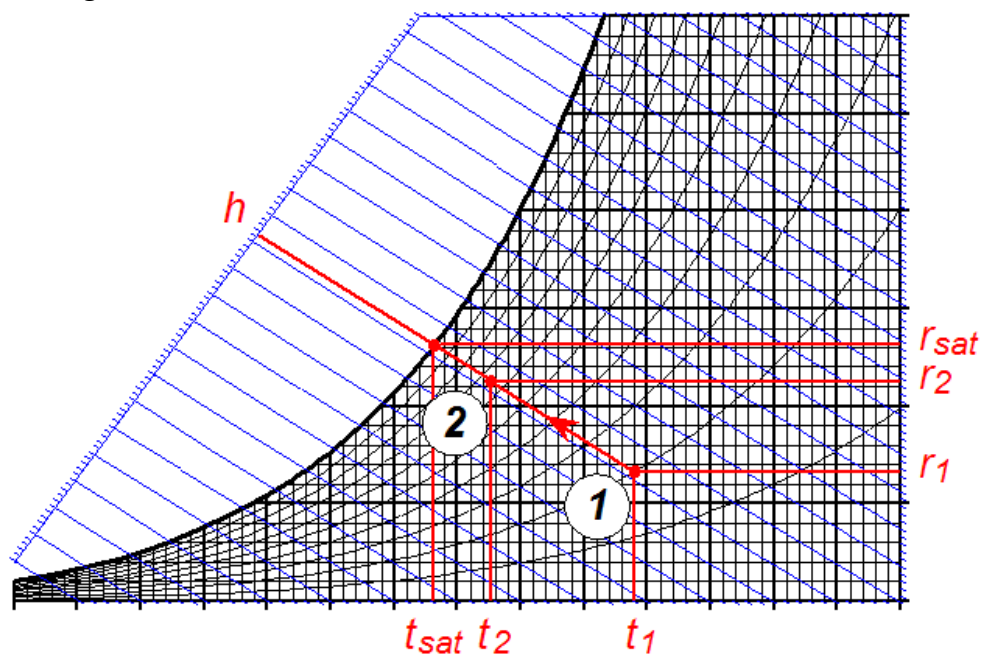
Etudiez le cours en ligne.



Source France Air

## N°7 - Humidification par injection d'eau - niv 5

Etudiez le cours en ligne.



## N°8 - Calcul du débit d'eau vaporisée - niv 5

Etudiez le cours en ligne.

$$q_{vap} = 1,2 \cdot q_v \cdot (r_2 - r_1)$$

Débit d'eau vaporisée  $q_{vap}$  en [g/h], débit d'air  $q_v$  en [ $m^3/h$ ], teneurs en humidité  $r_1$  et  $r_2$  en [g/kg]

## N°9 - Efficacité des humidificateurs à évaporation d'eau - niv 5

Etudiez le cours en ligne.

$$Eff = \frac{r_2 - r_1}{r_{sat} - r_1} = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_{sat}}$$

**QUESTION Q1:** On veut humidifier par évaporation d'eau 2 800 [m<sup>3</sup>/h] d'air dont les caractéristiques initiales sont les suivantes,

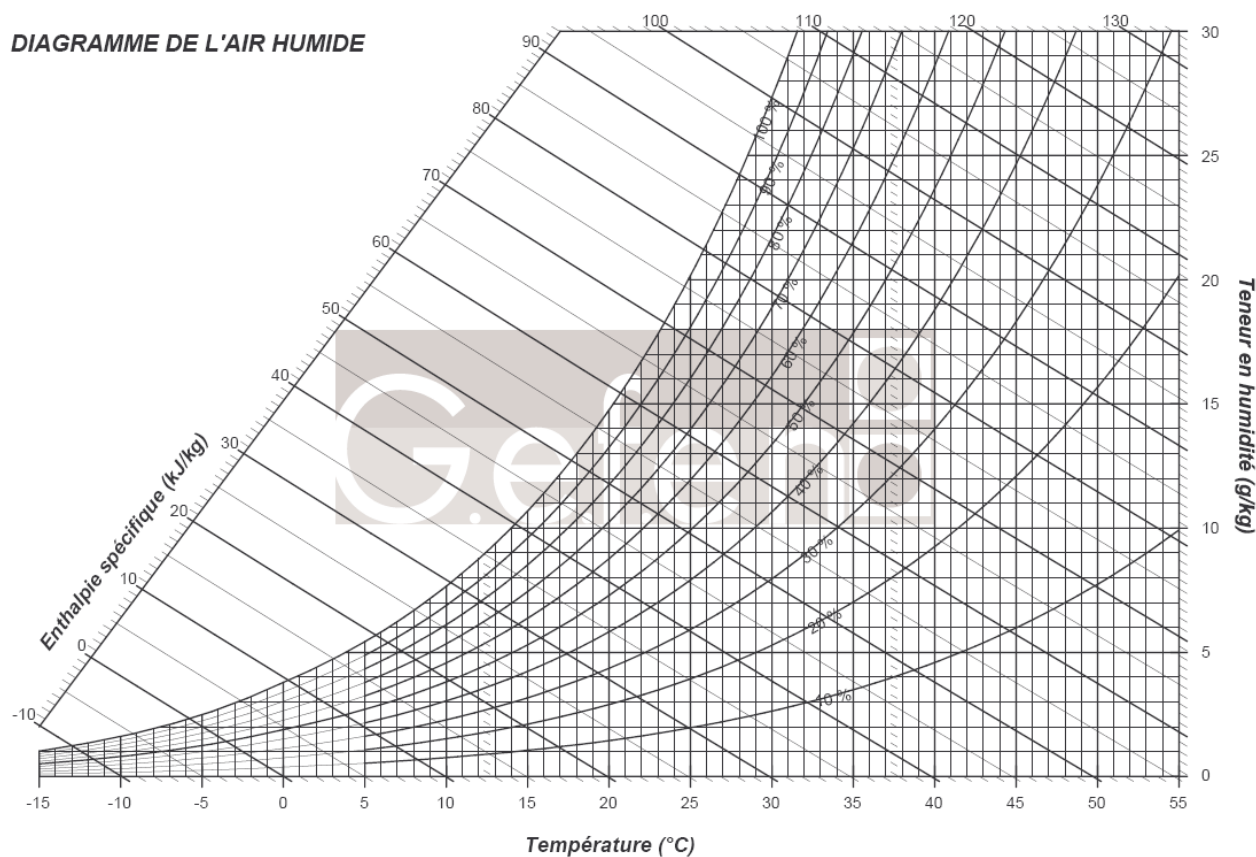
- température : 30 [°C] ;
- hygrométrie : 20 [%].

La teneur en humidité requise après humidification est de 9 [g/kg].

Tracer l'évolution sur un diagramme de l'air humide. Déterminer la température de l'air en sortie d'humidificateur.

Déterminer l'efficacité de l'humidificateur nécessaire.

Déterminer le débit d'eau évaporée.





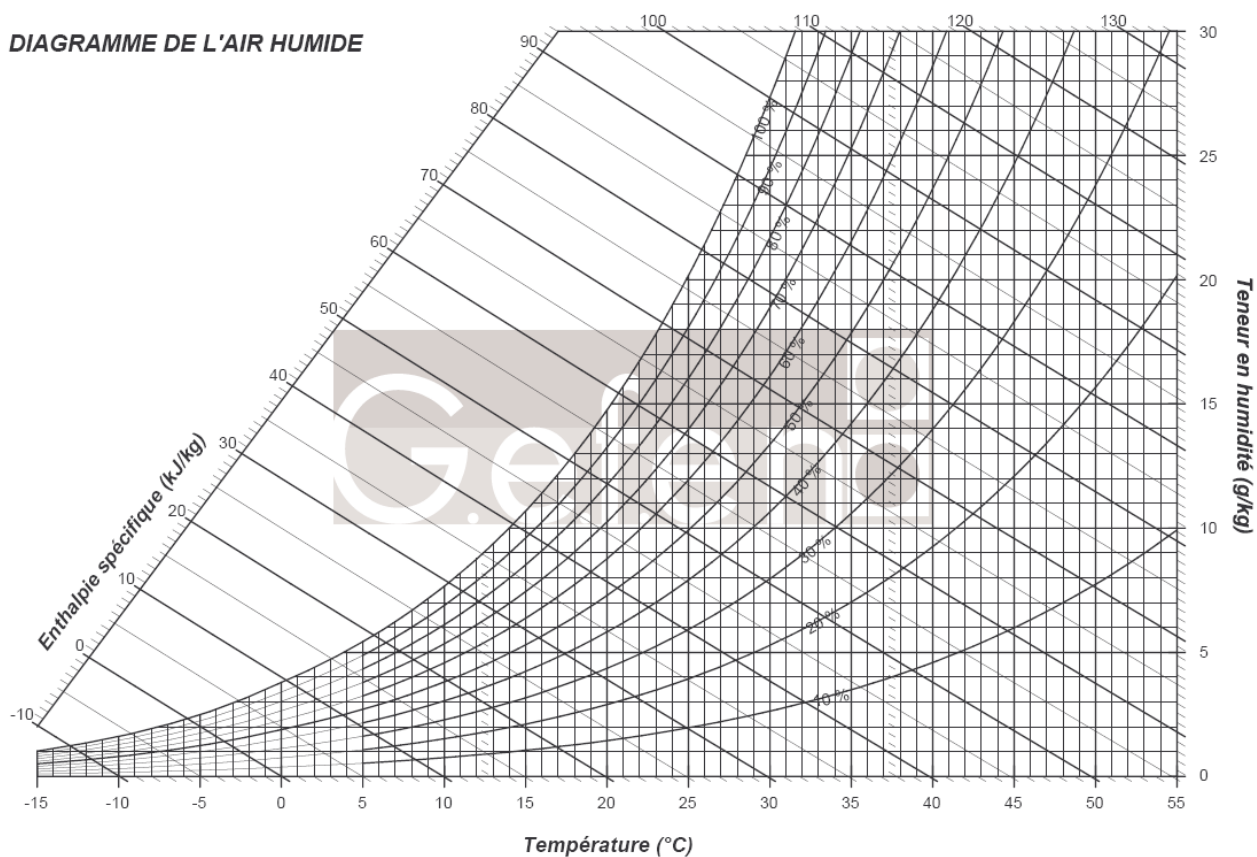
**QUESTION Q2:** On veut humidifier 8 750 [m<sup>3</sup>/h] d'air en utilisant un humidificateur à évaporation d'eau d'efficacité 85 [%].

Les caractéristiques initiales de l'air sont les suivantes :

- température : 32 [°C] ;
- hygrométrie : 30 [%].

Tracer l'évolution sur un diagramme de l'air humide. Déterminer la température et la teneur en humidité de l'air en sortie d'humidificateur.

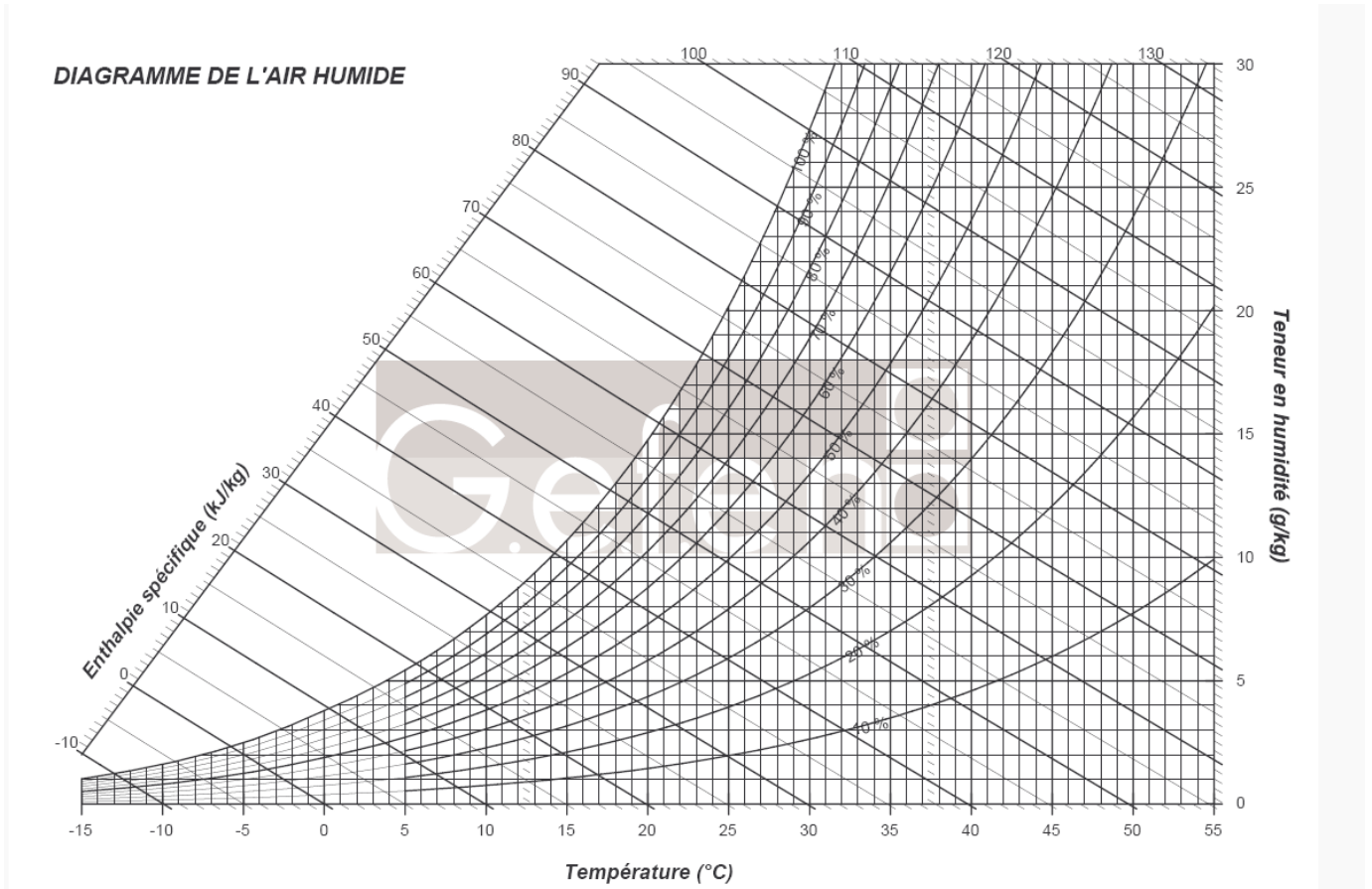
Déterminer le débit d'eau évaporée.



**QUESTION Q3:** On humidifie, à l'aide d'un humidificateur à évaporation d'eau, de l'air de caractéristiques initiales suivantes,

- température : 28 [°C] ;
- teneur en humidité : 4 [g/kg].

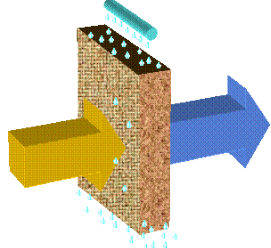
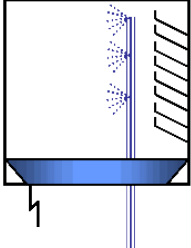

Déterminer et comparer les températures de sortie d'air et les teneurs en humidité obtenues, selon que l'efficacité de l'humidificateur est de 40 ou de 80 [%].



## N°10 - Les humidificateurs à eau - niv 5

Etudiez le cours en ligne.

On distingue:

Les humidificateurs à ruissellement	Les humidificateurs à pulvérisation	Les humidificateurs à atomisation
 <p>Source Munters</p>		 <p>Source Spirax-Sarco</p>

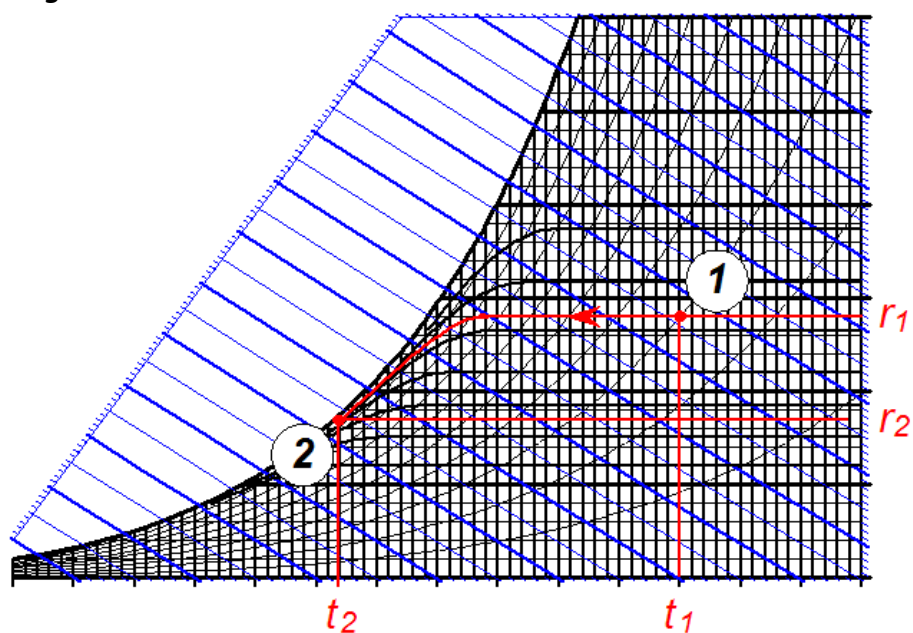
## N°11 - La déshumidification de l'air - niv 5

Etudiez le cours en ligne.



## N°12 - Evolution de l'air - niv 5

Etudiez le cours en ligne.



## N°13 - Calcul du débit d'eau condensée - niv 5

Etudiez le cours en ligne.

$$q_{eau} = 1,2 \cdot q_v \cdot (r_1 - r_2)$$

Débit d'eau  $q_{eau}$  en [g/h], débit d'air  $q_v$  en [ $m^3/h$ ], teneurs en humidité  $r_1$  et  $r_2$  en [g/kg]

## N°14 - Calcul de la puissance de la batterie froide - niv 5

Etudiez le cours en ligne.

**Question Q1:** On dispose d'un débit de 18 500 [ $m^3/h$ ] d'air de caractéristiques suivantes,

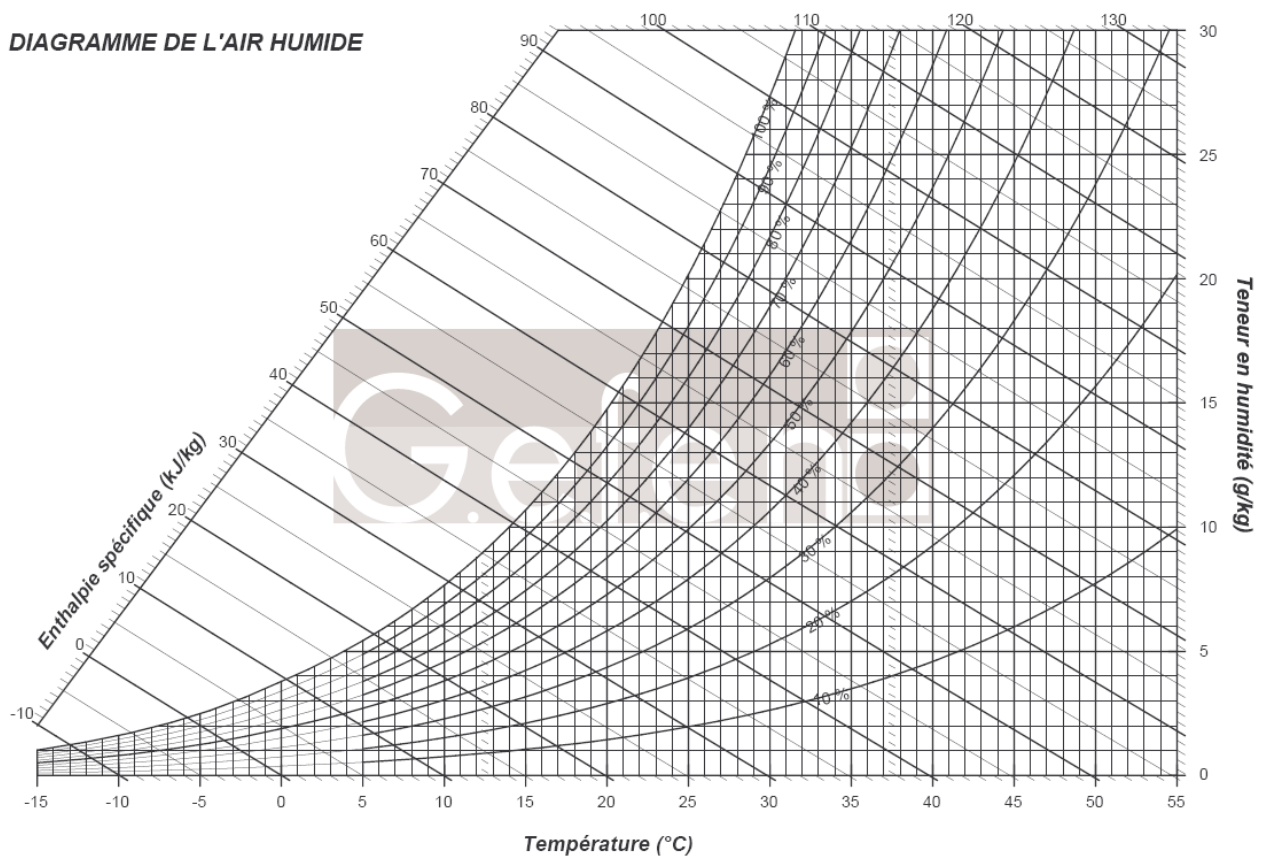
- température : 38 [°C] ;
- hygrométrie : 40 [%].

On veut déshumidifier cet air par refroidissement de telle sorte que sa teneur en humidité atteigne 8 [g/kg].

Tracer l'évolution sur le diagramme de l'air humide.

Déterminer la température de l'air après son passage sur la batterie froide.

Déterminer la puissance de la batterie froide utilisée.

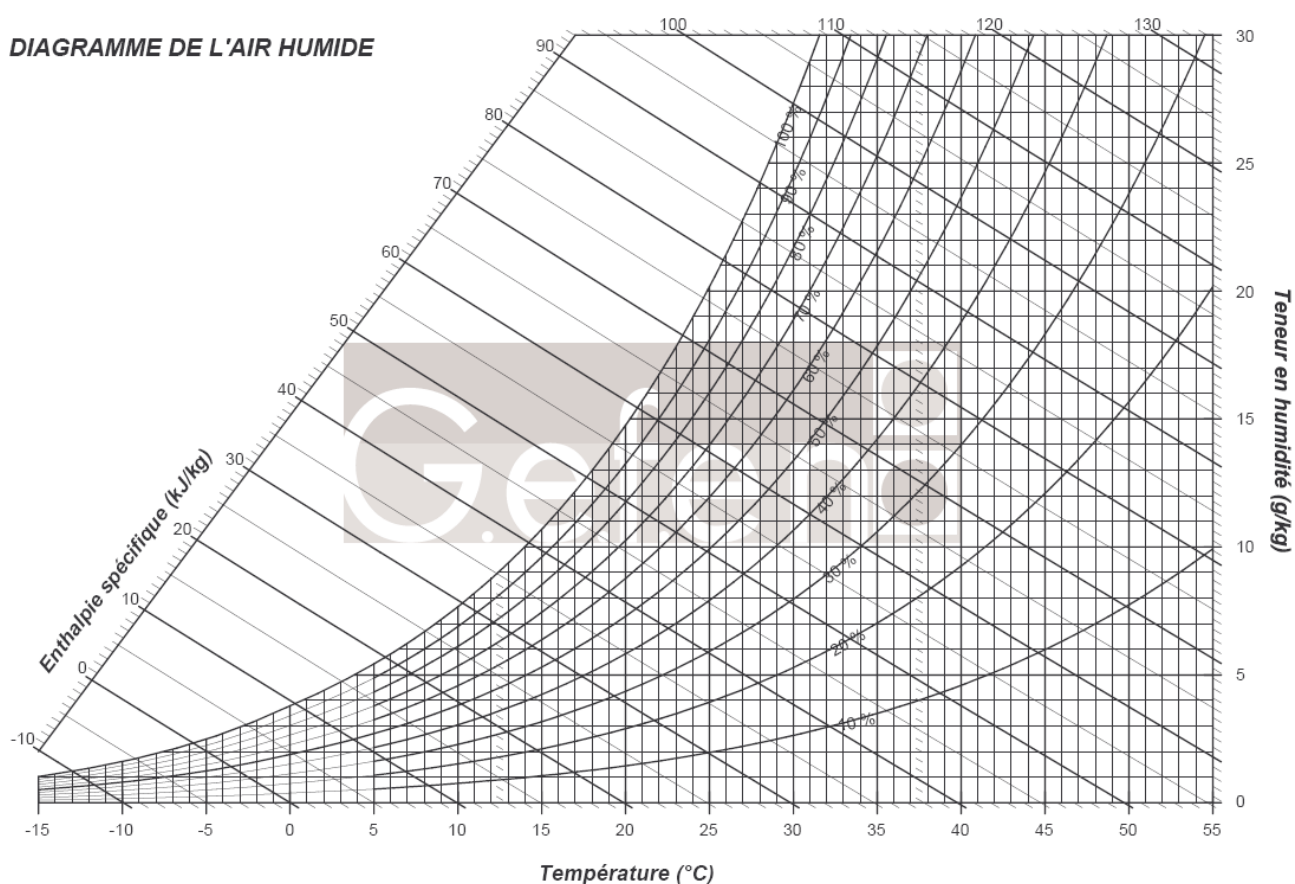


**Question Q2:** On refroidit 10 000 [m<sup>3</sup>/h] d'air de 30 à 13 [°C].

Déterminer le débit d'eau condensée sur la batterie froide ainsi que sa puissance dans les deux cas suivants :

- l'hygrométrie avant refroidissement est de 40 [%] ;
- l'hygrométrie avant refroidissement est de 50 [%].

**DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE**



**Après avoir étudié en ligne ce dossier, évaluez-vous par un test.**

<http://formation.xpair.com/essentiel-genie-climatique/lire/evolutions-elementaires-traitement-humidite.htm>

Résultat Test 1	/10
Résultat éventuel Test 2	/10
Résultat éventuel Test 3	/10

### DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE

Masse volumique en kg/m<sup>3</sup>

	$\theta$	$r$	$\varphi$	$h$	$\rho$
E					
I					
M					
S					

