

Nom :

Prénom :

Date :

## Livret d'exercices

THEME		N° EGreta Créteil
Froid - Climatisation		N°11

## 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. **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 5 : difficulté CAP
- Niveau 4 : difficulté Bac
- Niveau 3 : 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.

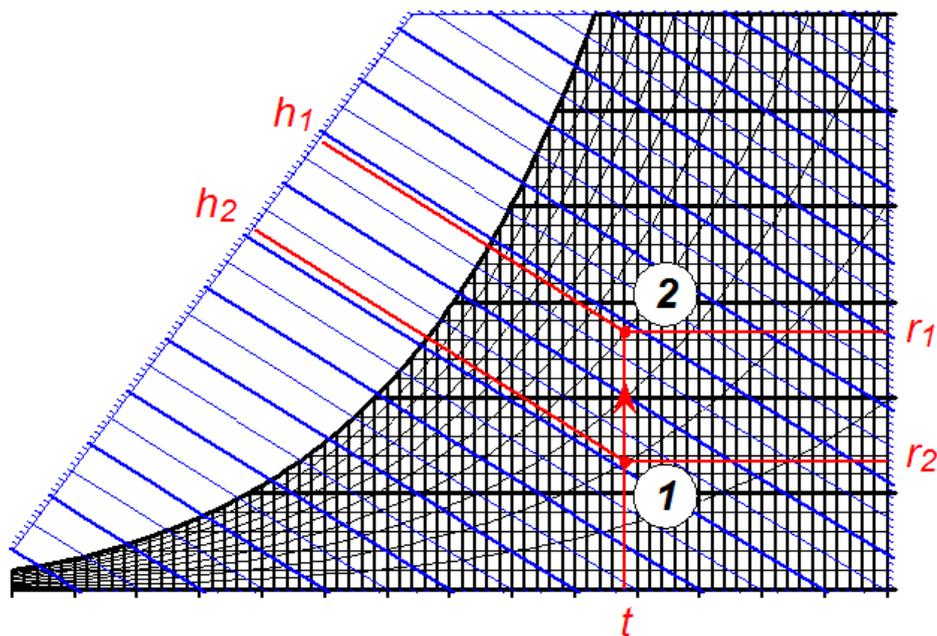
**NB : Si vous détectez une coquille ou une erreur dans le présent livret ou dans le dossier en ligne, nous vous serons très reconnaissants de l'indiquer à votre formateur ou directement à Xpair sur la messagerie [fc@hotmail.com](mailto:fc@hotmail.com).**

Merci.

## N°1 - L'humidification par injection de vapeur d'eau - niv 3

## N°2 - Evolution de la teneur en humidité - niv 3

Etudiez le cours en ligne.



## N°3 - Injection de vapeur : calcul de la puissance - niv 3

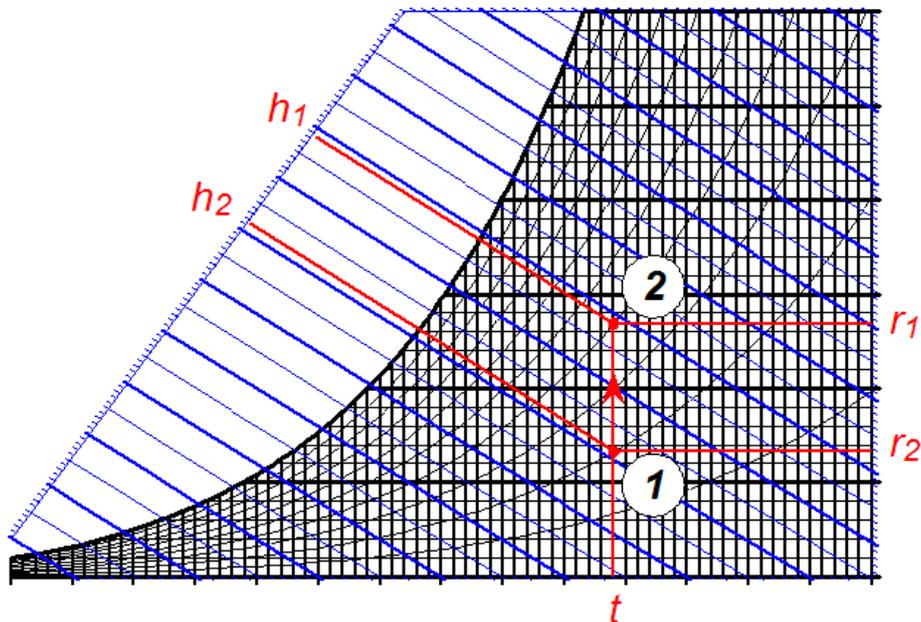
Etudiez le cours en ligne.

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°4 - Calcul du débit de vapeur d'eau - niv 3

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°5 - Relation entre puissance et débit de vapeur d'eau - niv 3

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]

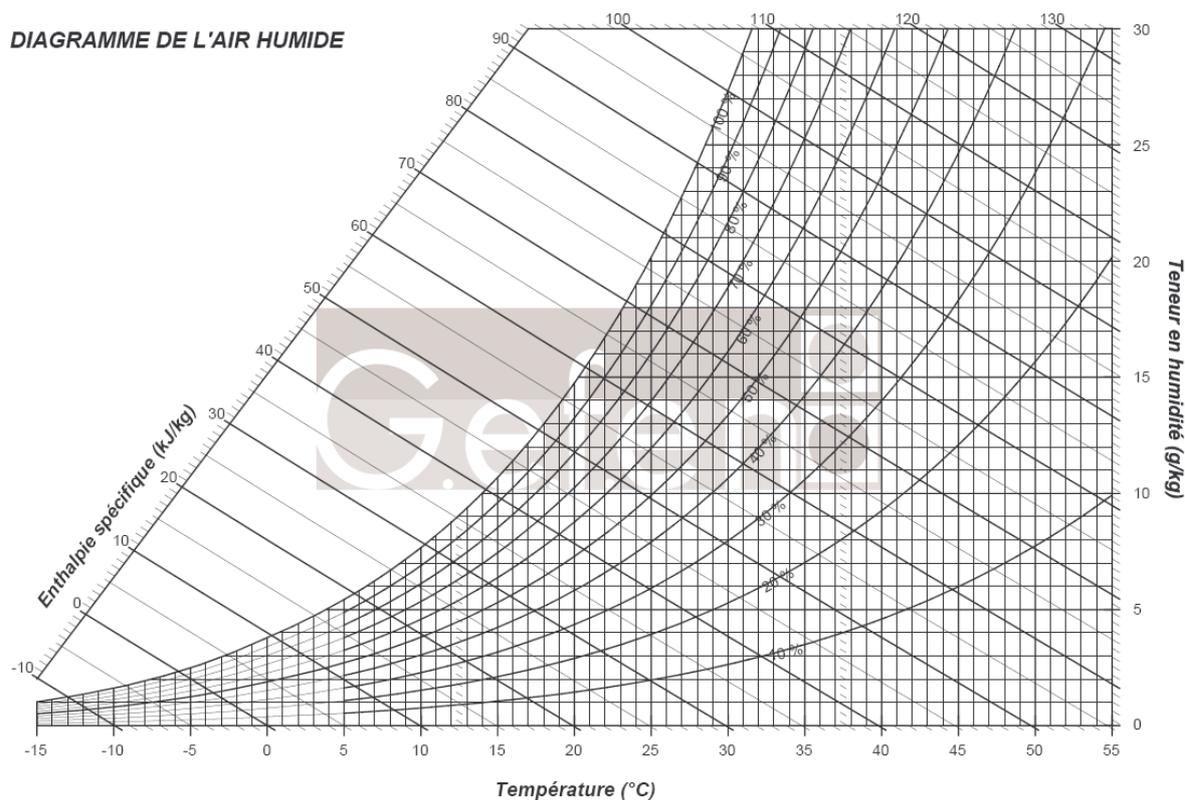
**Question Q1:** Déterminez le débit de vapeur.

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 [%].

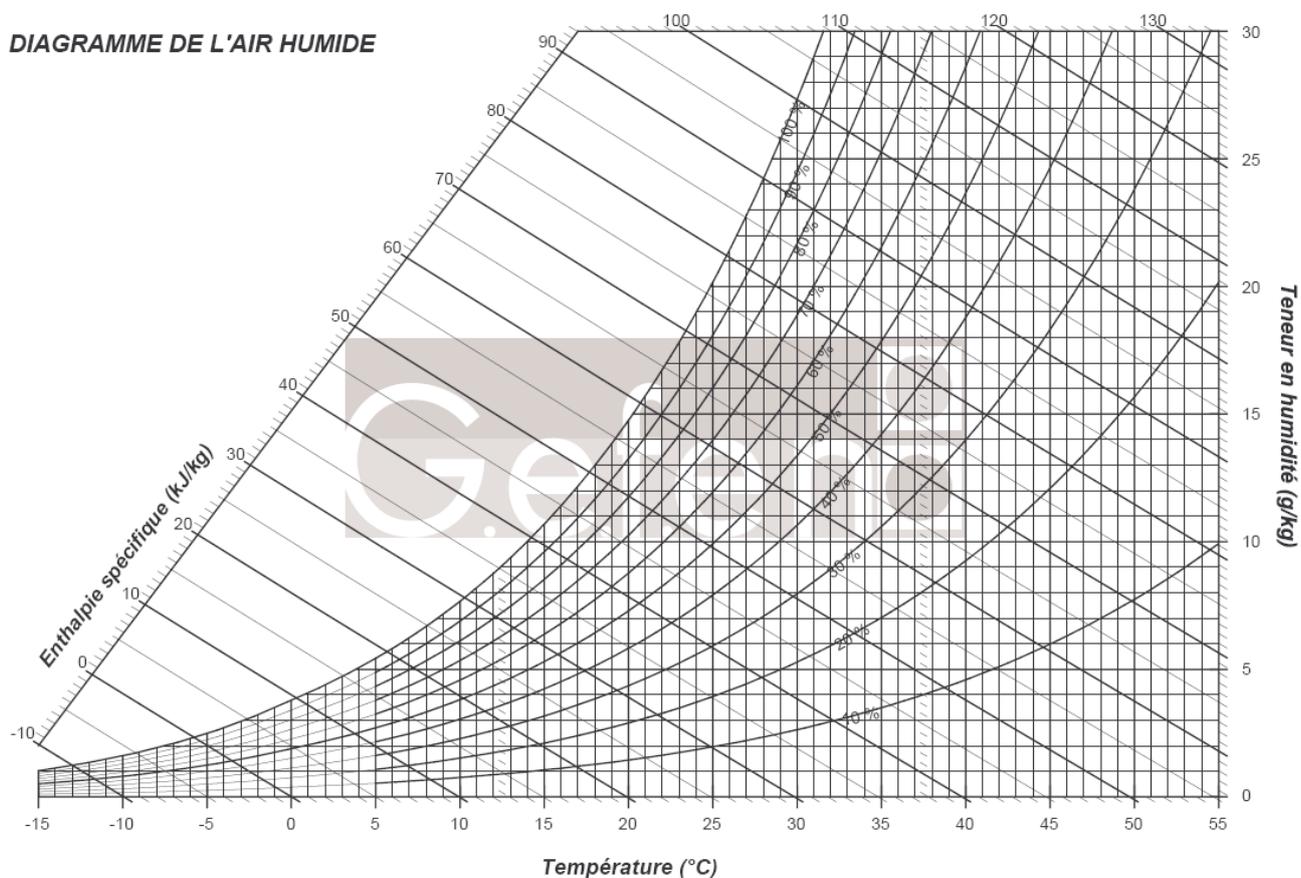
- Tracez l'évolution sur un diagramme de l'air humide.
- Déterminer la teneur en humidité à atteindre après humidification.
- Déterminer le débit de vapeur et la puissance de l'humidificateur nécessaire.



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

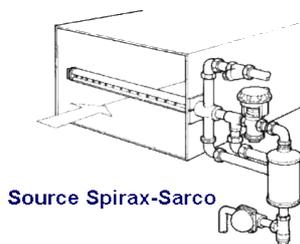
A la sortie d'une centrale de traitement d'air soufflant un débit de  $9\,400 \text{ m}^3/\text{h}$ , on installe un humidificateur à vapeur d'une puissance de  $25 \text{ kW}$ . Les conditions de l'air en entrée d'humidificateur sont :

- 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°6 - Humidificateurs sur réseaux de vapeur - niv 3

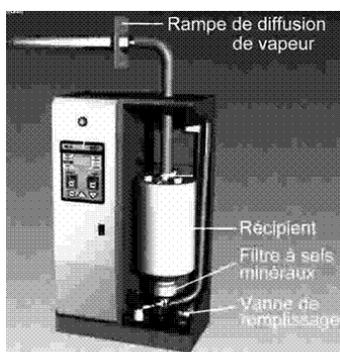
Etudiez le cours en ligne.



Source Spirax-Sarco

## N°7 - Humidificateurs à vapeur autonomes électriques - niv 3

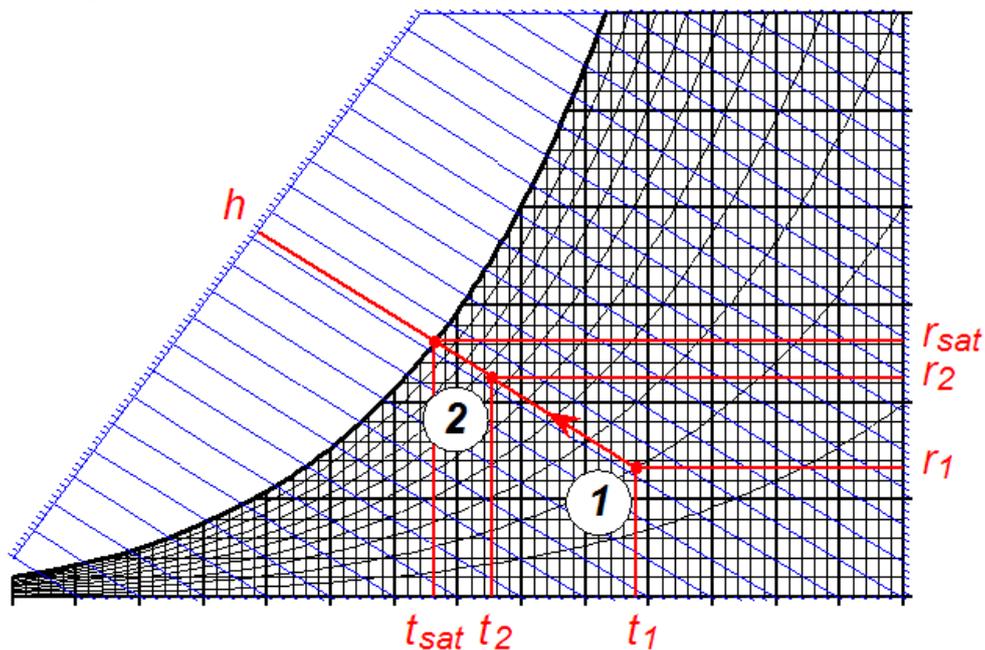
Etudiez le cours en ligne.



Source France Air

## N°8 - Humidification par injection d'eau - niv 3

Etudiez le cours en ligne.



## N°9 - Calcul du débit d'eau vaporisée - niv 3

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°10 - Efficacité des humidificateurs à évaporation d'eau - niv 3

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 [%].

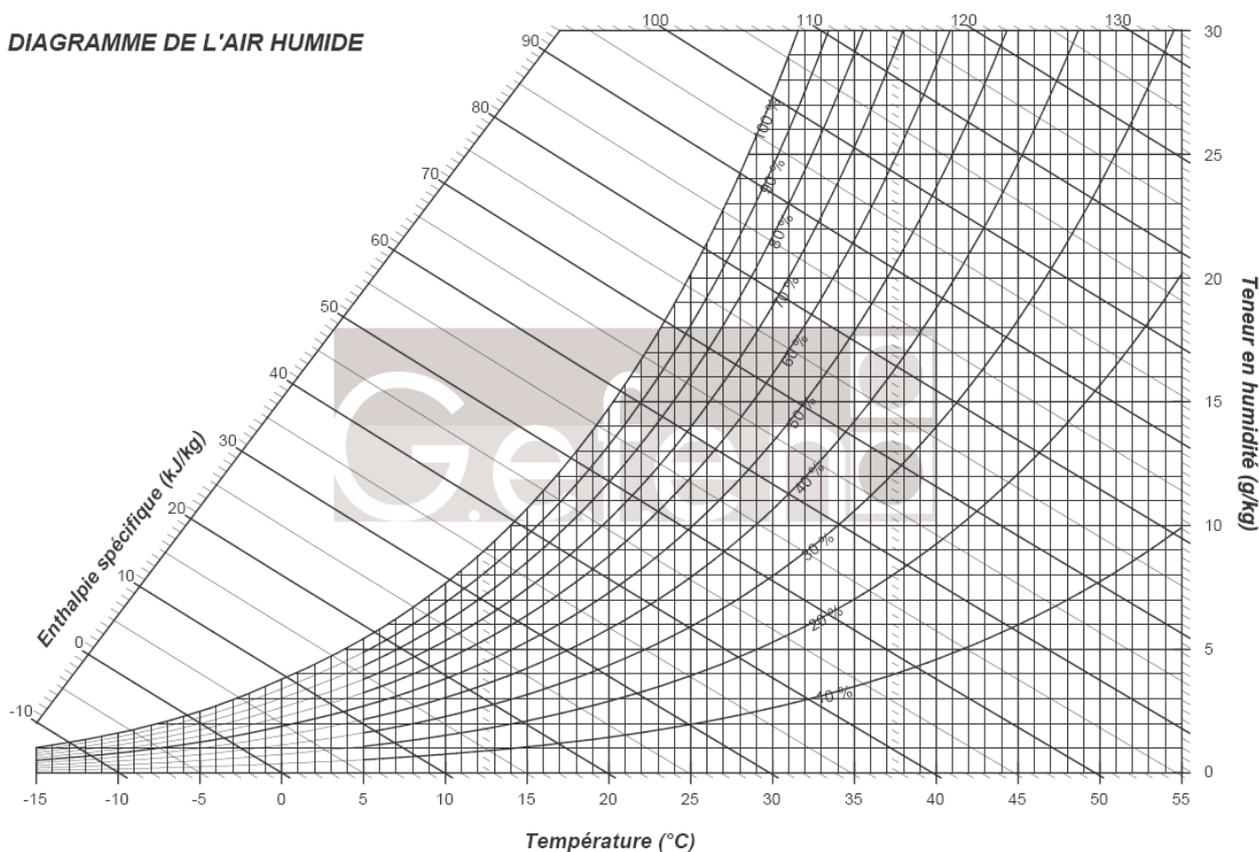
La teneur en humidité requise après humidification est de 9 [g/kg].

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.

**DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE**



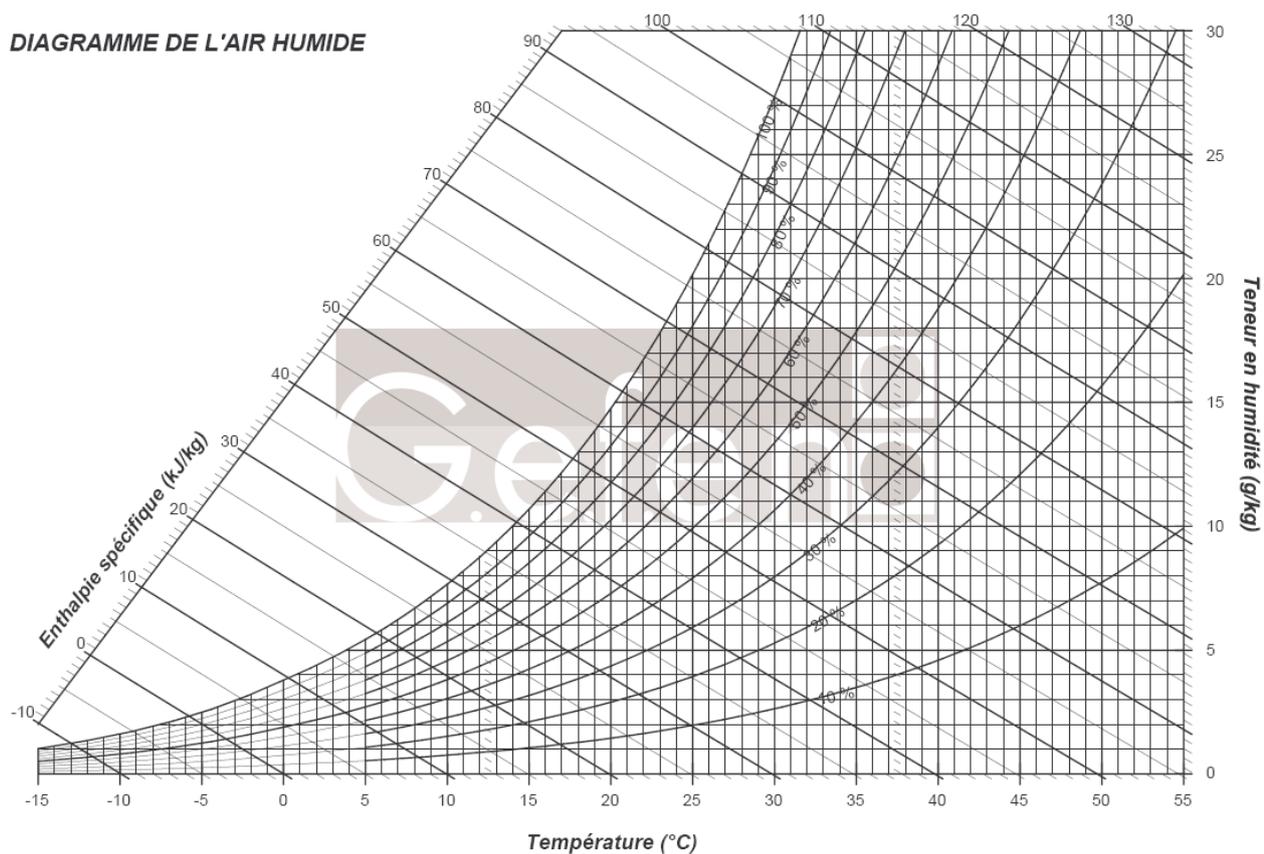
**QUESTION Q2:** On veut humidifier 8 750 [m<sup>3</sup>/h] d'air en utilisant un humidificateur à évaporation d'eau d'efficacité 85 [%].

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.

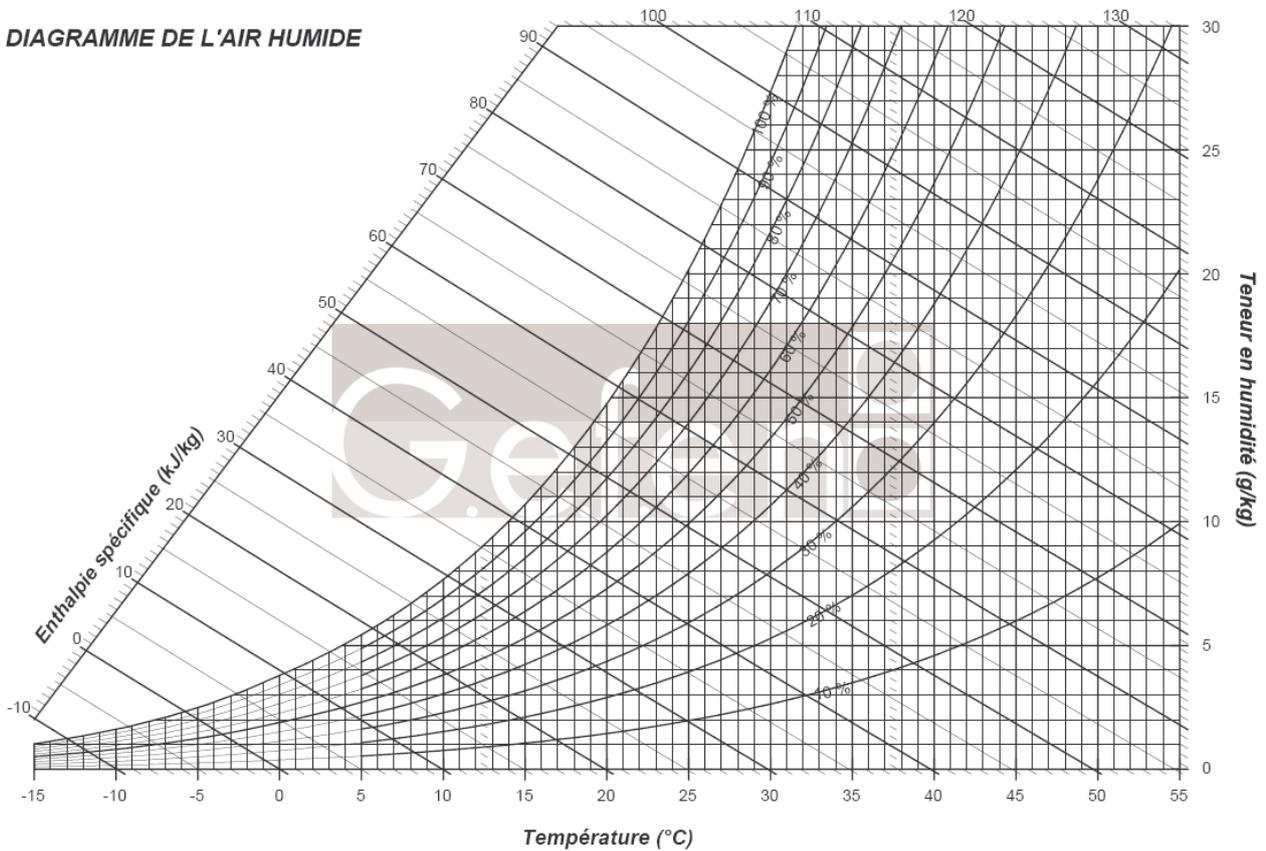


**QUESTION Q3:** On humidifie, à l'aide d'un humidificateur à évaporation d'eau, de l'air de caractéristiques initiales suivantes,

- 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 [%].

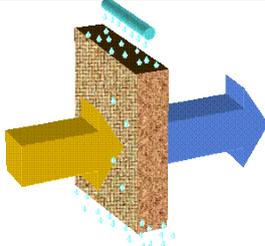
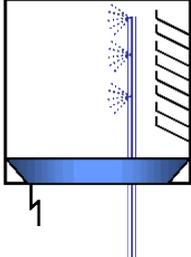
**DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE**



## N°11 - Les humidificateurs à eau - niv 3

Etudiez le cours en ligne.

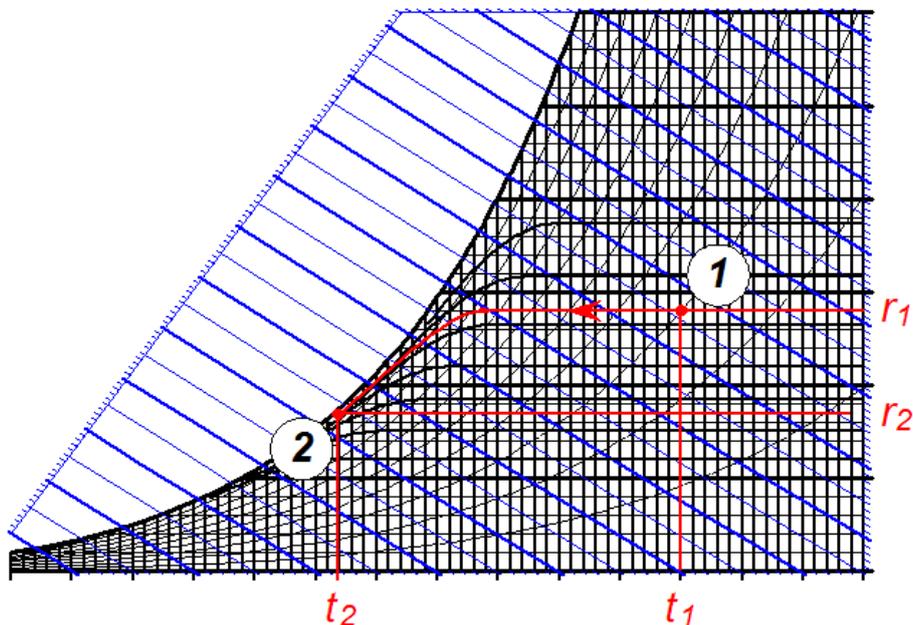
On distingue:

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

## N°12 - La déshumidification de l'air - niv 3

## N°13 - Evolution de l'air - niv 3

Etudiez le cours en ligne.



## N°14 - Calcul du débit d'eau condensée - niv 3

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°15 - Calcul de la puissance de la batterie froide - niv 3

Etudiez le cours en ligne.

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

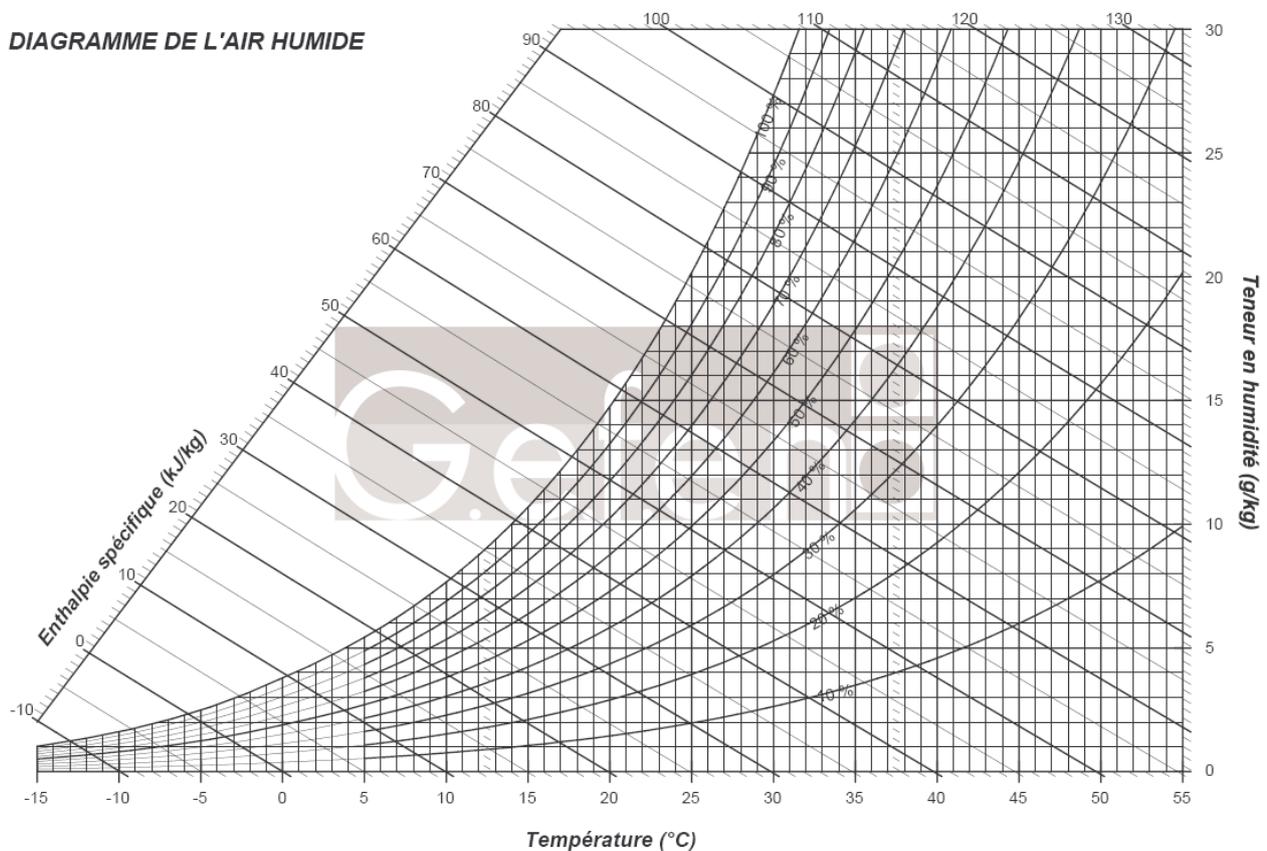
- température :  $38 \text{ [}^\circ\text{C]}$  ;
- hygrométrie :  $40 \text{ [%]}$ .

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

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

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

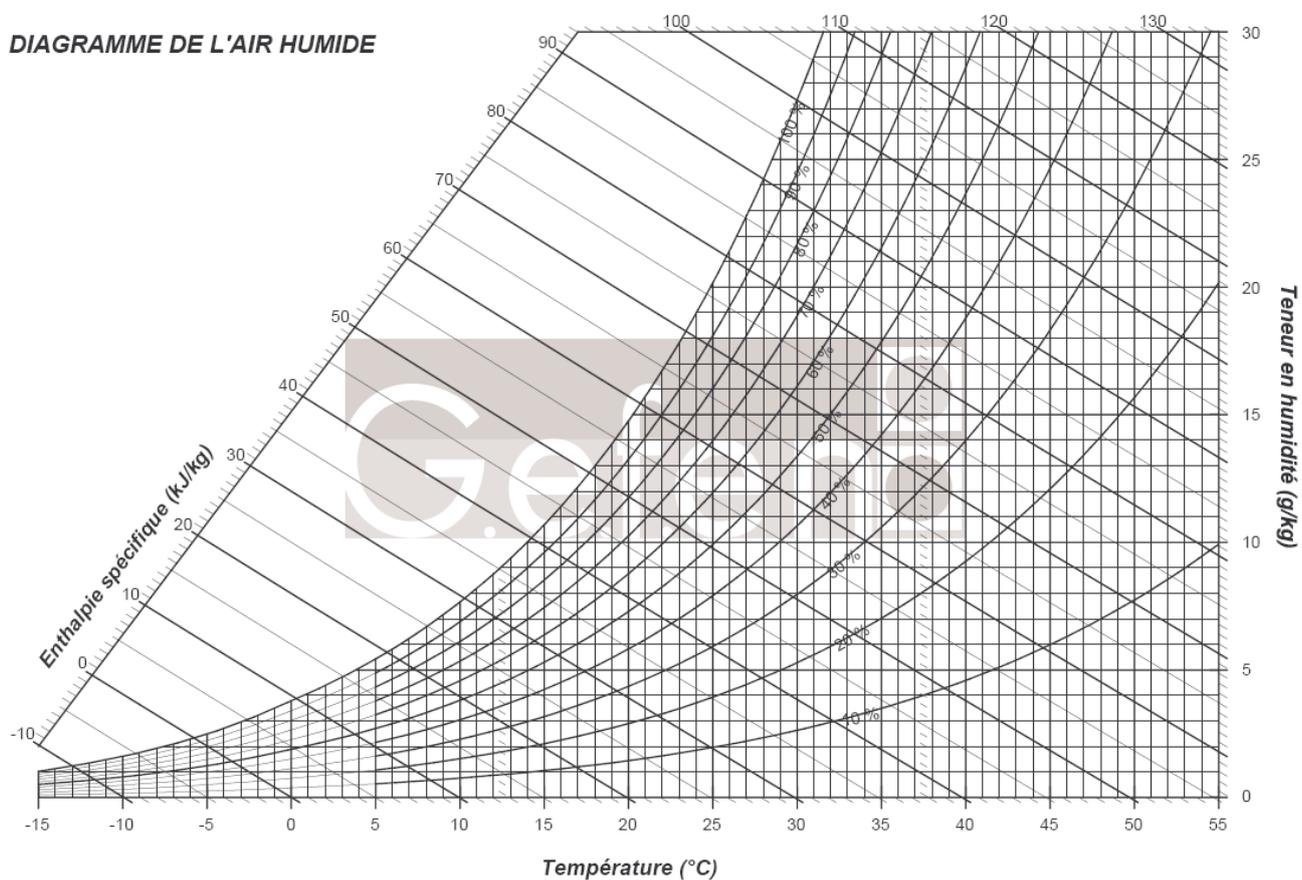
Déterminer la puissance de la batterie froide utilisée.



**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 [%].



**Après avoir étudié en ligne ce dossier, évaluez-vous par un test sur le site E-Greta ou Xpair.com.**

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

**DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE**

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

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

