

Nom :

Prénom :

Date :

## Livret d'exercices

THEME		N° EGreta Créteil
Froid - Climatisation		N°10.1

### Les batteries froides à détente directe – niv. 4 à 3

<http://formation.xpair.com/essentiel-genie-climatique/lire/evolutions-elementaires-batteries-froides-detente-directe.htm>

Auteur: Jacques Besse, Patrick Delpech

#### 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.

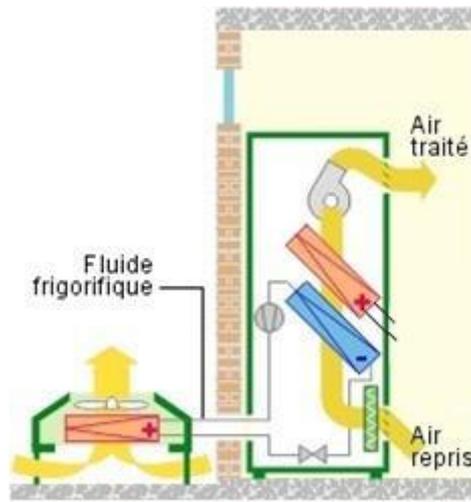
## N°1 - Présentation - Principaux traitements thermiques - niv 4 à 3

Etudiez le cours en ligne.

Les batteries froides peuvent être à eau ou à **détente directe**. Dans ce dernier cas, la batterie froide est l'évaporateur d'un circuit frigorifique et il y circule le fluide frigorigène.

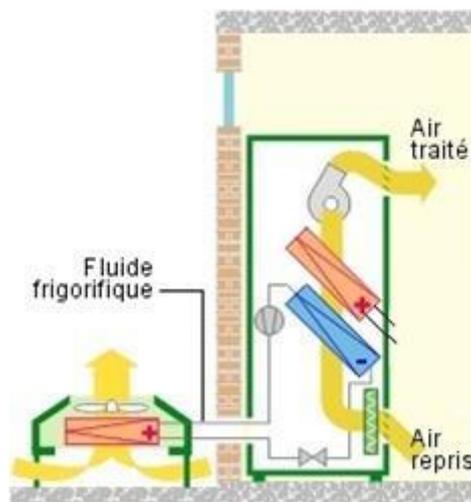
**QUESTION Q1** : Dans l'armoire de climatisation ci-dessous, quel est le type de la batterie froide symbolisée ci-dessous ?

- A eau glacée (régime usuel : 6/12 [°C])?
- A eau glycolée (régimes inférieurs à 0 [°C])?
- A détente directe?

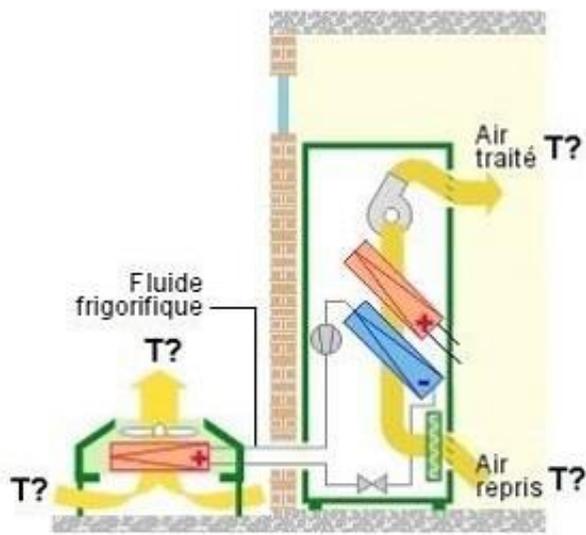


**QUESTION Q2** : Dans l'armoire de climatisation ci-dessous, qu'est-ce que « la batterie chaude » symbolisée à gauche du schéma ?

Que circule-t-il à l'intérieur de cette « batterie chaude » ?



**QUESTION Q3 :** Pour une température extérieure de 35 [°C] et un local climatisé à 26 [°C], indiquez sur le schéma ci-dessous des ordres de grandeur de l'air en circulation, à l'intérieur du local (au travers de l'évaporateur) et à l'extérieur du local (au travers du condenseur).



*Etudiez le cours en ligne avant de passer au § suivant.*

## N°2 - La déshumidification de l'air – niv 4 à 3

*Etudiez le cours en ligne.*

Le fabricant Aircalo précise ainsi dans la documentation technique de ses CTA :

Raccorder séparément les différentes évacuations condensats et trop-plein (condensats batterie froide, humidificateur, etc...)

Il est recommandé d'utiliser un tuyau de raccordement sans réduction.  
 Pour assurer le bon écoulement des condensats, le tuyau d'écoulement doit être incliné vers le bas et présenter une déclivité constante de 1%, sans courbures

Toutes les tuyauteries d'évacuation d'eau doivent être munies d'un siphon, en suivant les règles suivantes :

- Un même siphon ne doit pas servir à plusieurs évacuations
- Le tuyau d'écoulement du siphon ne doit pas être raccordé directement au réseau d'évacuation. L'eau doit pouvoir s'écouler directement du siphon vers un siphon de décantation ou vers un entonnoir
- Les tuyaux d'écoulement longs doivent être ventilés pour éviter l'accumulation de condensats.
- Il faut remplir le siphon d'eau avant la mise en service et après une période d'arrêt prolongée.

La hauteur du siphon est calculée en fonction de la dépression ou de la surpression régnant dans l'appareil, de façon à éviter une entrée d'air dans la conduite d'évacuation.

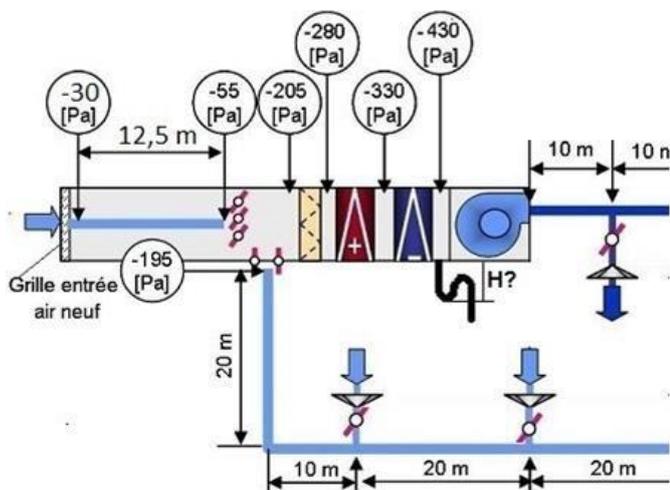
Pression négative :  
 $H1 = 2P$   
 $H2 = H3 = 0,5 H1$   
 où P est la pression exprimée en mm de colonne d'eau  
 (1 mmCE = 10 Pa)

Afin d'éviter les risques de condensation sur le tuyau d'évacuation des condensats, celui-ci sera en matière plastique ou recouvert d'un matériau isolant comme le polyuréthane, le propylène ou le néoprène, d'une épaisseur de 5 à 10 mm.

Avant le démarrage de l'unité vider quelques bouteilles d'eau dans le bac à condensats afin de vérifier le bon écoulement.

En cas de risque de gel, le tuyau d'évacuation doit être isolé et tenu hors gel, par exemple à l'aide d'un câble chauffant

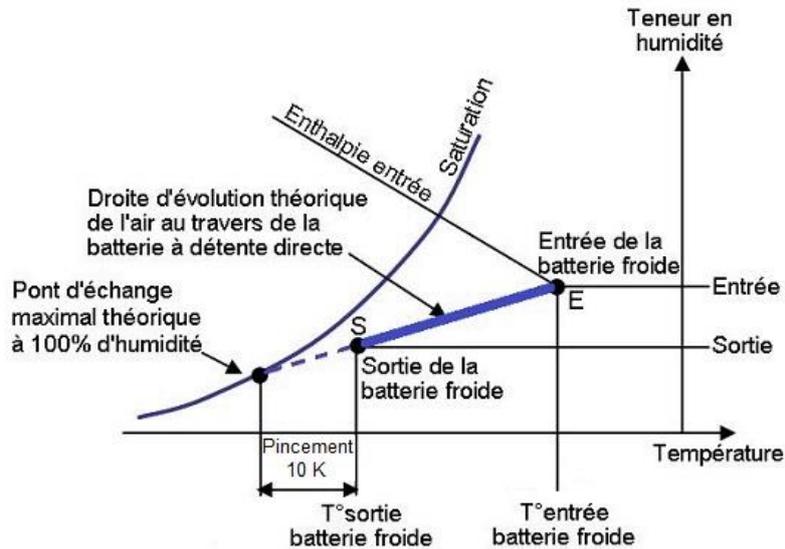
**QUESTION Q1 :** Selon la recommandation d'Aircalo ci-dessus, déterminez en [mm] la hauteur H du siphon qui doit équiper le caisson de la batterie froide humide de la CTA ci-dessous.



Etudiez le cours en ligne avant de passer au § suivant.

### N°3 - Evolution de l'air au travers des batteries froides à détente directe

Etudiez le cours en ligne.



**QUESTION Q1 :** Qu'est ce qui permet sur le diagramme ci-dessus de « visualiser » qu'il y a eu condensation de vapeur à la traversée de la batterie froide?

**QUESTION Q2 :** Entre l'entrée de la batterie et la sortie de la batterie, indiquez d'une flèche montante ou descendante comment évolue:

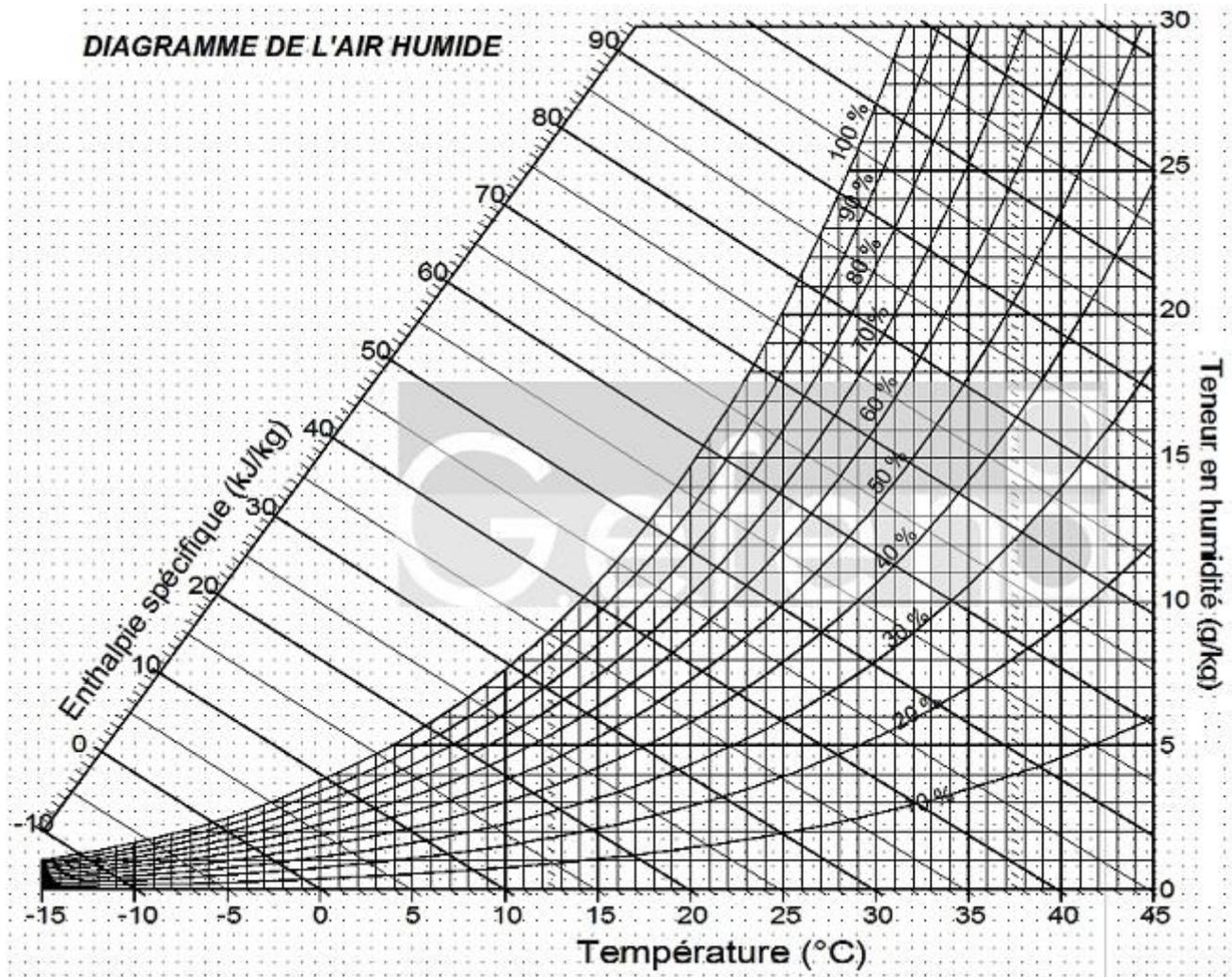
- La température de l'air
- L'enthalpie spécifique de l'air
- L'humidité absolue de l'air (teneur en humidité)
- L'humidité relative (hygrométrie)

Pourquoi ?

## N°4 - Calcul de l'évolution de l'air au travers des batteries froides à détente directe

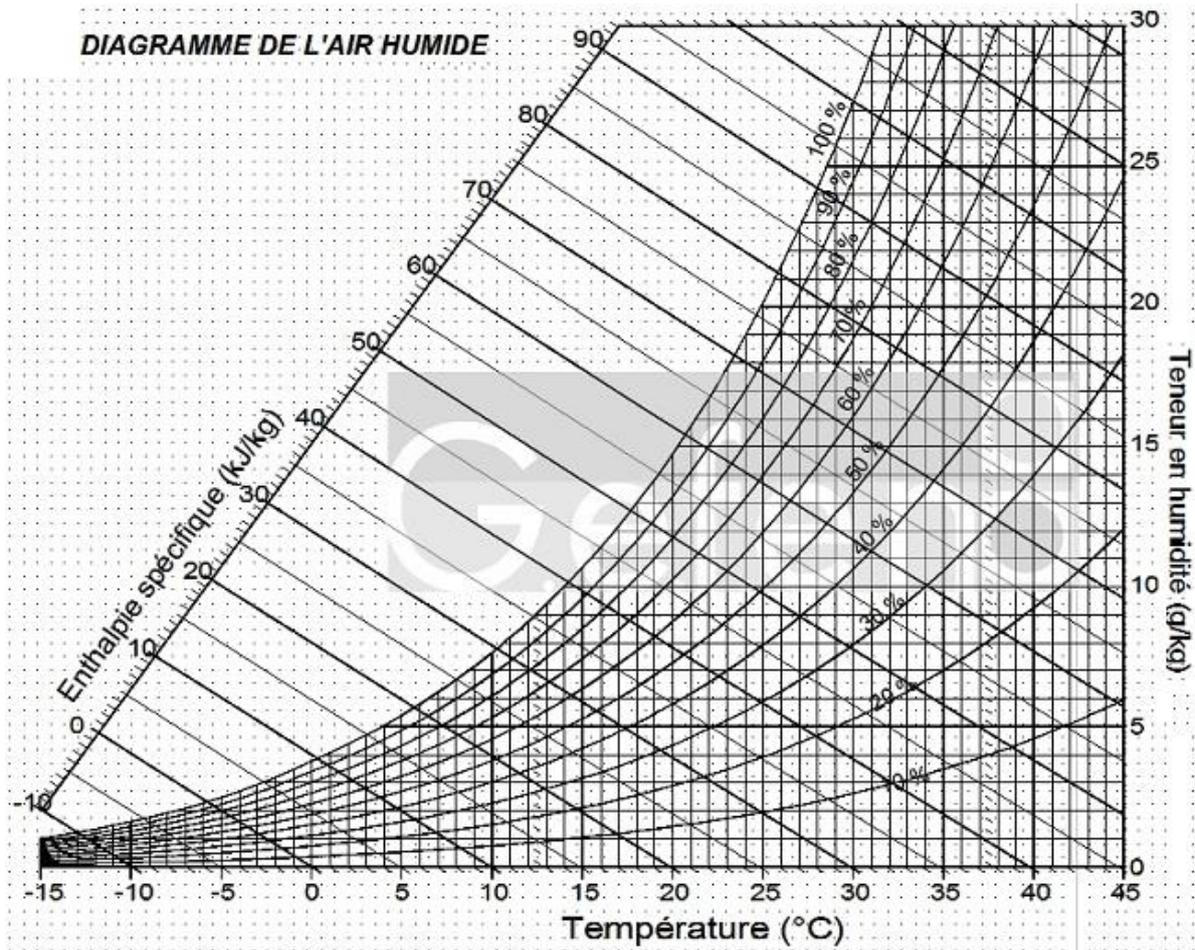
Etudiez le cours en ligne.

QUESTION Q1 : On souhaite refroidir de l'air de 35 [°C] 40% à 16 [°C] grâce à une batterie à détente directe. Tracez sur le diagramme l'évolution et complétez le tableau.



	Température [°C]	Enthalpie en [kJ/kg]	Teneur en humidité en [g/kg]	Humidité relative
Condition entrée d'air dans la batterie	35			40%
Condition sortie d'air de la batterie	16			

**QUESTION Q2 :** On souhaite refroidir de l'air de 32 [°C] 40% à 15 [°C] grâce à une batterie détente directe. Tracez sur le diagramme l'évolution et complétez le tableau.



	Température [°C]	Enthalpie en [kJ/kg]	Teneur en humidité en [g/kg]	Humidité relative
Condition entrée d'air dans la batterie				
Condition sortie d'air de la batterie				

## N°5 - Puissance des batteries froides humides – niv 3

Etudiez le cours en ligne.

$$P = \frac{q_v \times 1,2}{3600} \times \Delta h$$

Avec:  $P$  en [kW],  $q_v$  en [ $m^3/h$ ],  $\Delta h$  en [kJ/kg]

**QUESTION Q1 :** Calculez la puissance de la batterie froide à détente directe refroidissant l'air de 35 [°C] 40% à 16 [°C], pour un débit de 5000 [ $m^3/h$ ]. On utilisera les paramètres déterminés dans l'exercice n°1 au § précédent :

	Température [°C]	Enthalpie en [kJ/kg]	Teneur en humidité en [g/kg]	Humidité relative
Condition entrée d'air dans la batterie	35	71	14	40%
Condition sortie d'air de la batterie	16	38	8,6	77%

**QUESTION Q2 :** Dans l'hypothèse d'un coefficient d'effet frigorifique (ou EER\*) de l'ordre de 3, estimez la puissance à fournir par le compresseur du groupe frigorifique d'alimentation de cette batterie froide à détente directe.

\*L'EER (Energy Efficiency Ratio ou coefficient d'efficacité frigorifique) est le rapport entre la puissance frigorifique de l'évaporateur (ici la batterie à détente directe) et celle du compresseur.

**QUESTION Q3 :** Calculez la puissance de la batterie froide à détente directe refroidissant l'air de 32 [°C] 40% à 15 [°C] pour un débit de 8 000 [ $m^3/h$ ].

On utilisera les paramètres déterminés dans l'exercice n°2 au § précédent :

	Température [°C]	Enthalpie en [kJ/kg]	Teneur en humidité en [g/kg]	Humidité relative
Condition entrée d'air dans la batterie	32	63	12	40%
Condition sortie d'air de la batterie	15	35	7,7	74%

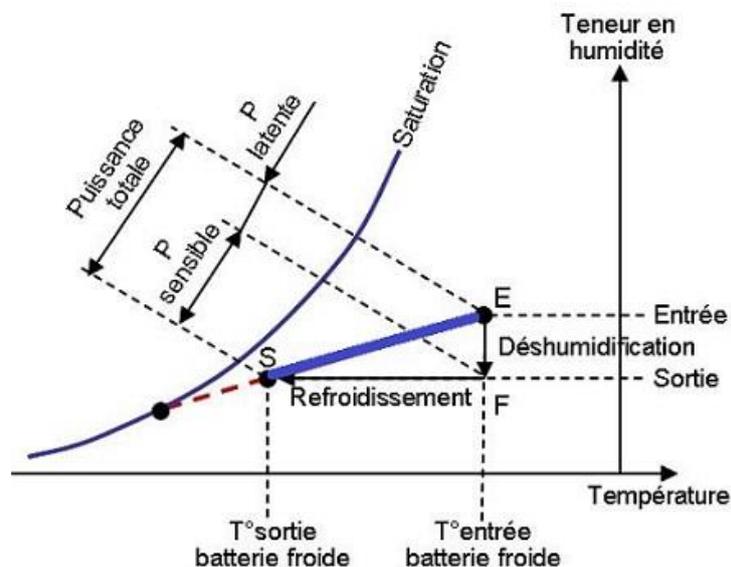
**QUESTION Q4 :** Dans l'hypothèse d'un coefficient d'effet frigorifique (ou EER\*) de 2,8, estimez la puissance du compresseur du groupe frigorifique d'alimentation de la batterie froide et la puissance de son condenseur (\*\*).

\*Le EER (Energy Efficiency Ratio ou coefficient d'efficacité frigorifique) est le rapport entre la puissance frigorifique de l'évaporateur (ici la batterie à détente directe) et celle du compresseur.

\*\*La puissance à évacuer par le condenseur d'une machine frigorifique est égale à la somme de la chaleur récupérée sur l'évaporateur et de celle apportée par la compression.

## N°6 - Puissance sensible des batteries froides humides – niv 3

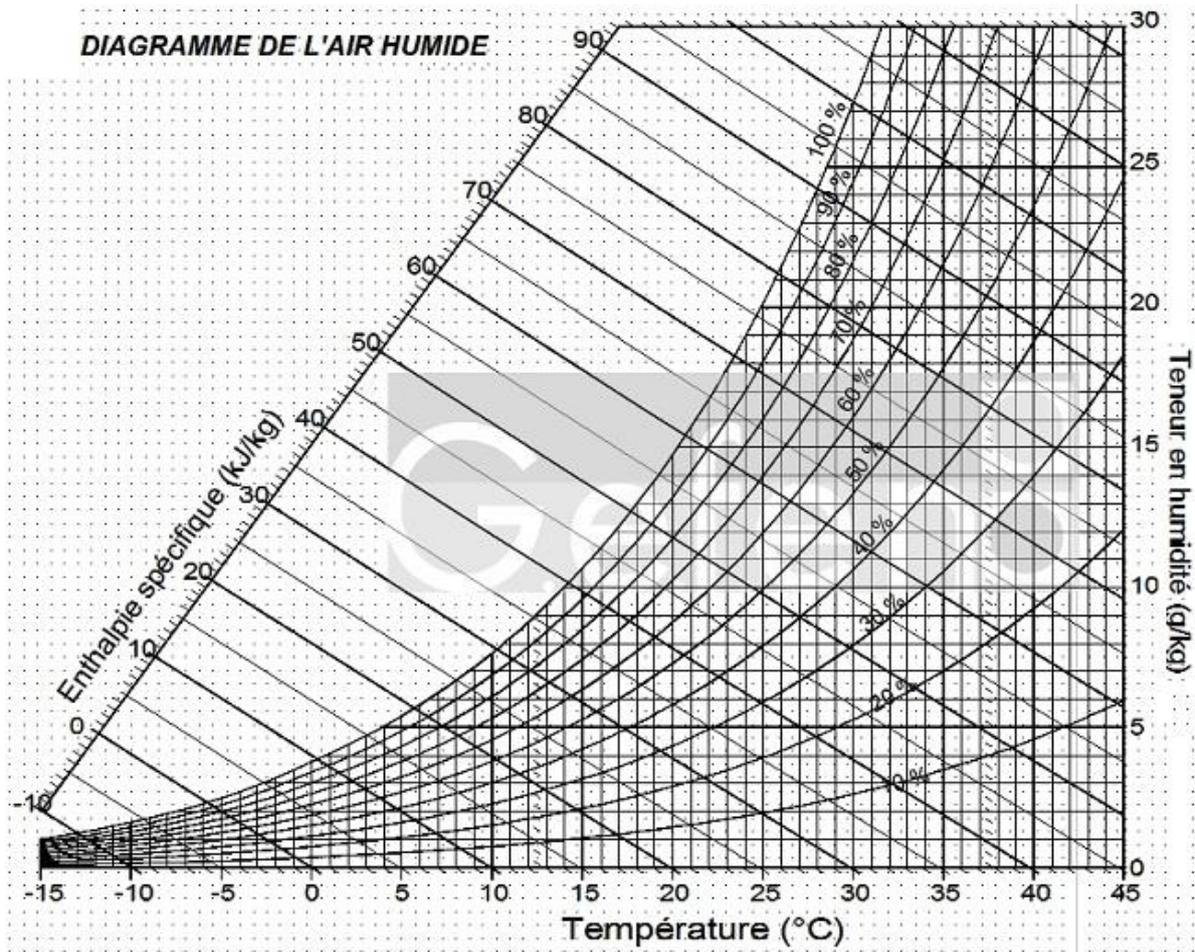
Etudiez le cours en ligne.



$$P = \frac{q_v \times 1,2}{3600} \times \Delta T$$

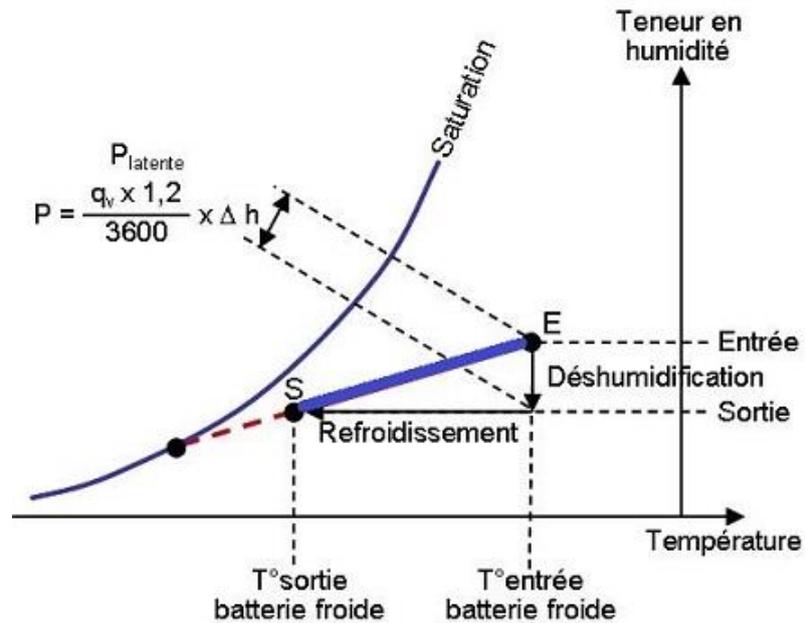
Avec:  $P$  en [kW],  $q_v$  en [ $m^3/h$ ],  $\Delta T$  en [K],  $\Delta h$  en [kJ/kg]

**QUESTION Q1 :** On souhaite refroidir par détente directe 12 000 [m<sup>3</sup>/h] d'air de 32 [°C] 40% à 20 [°C]. Tracez l'évolution sur le diagramme ci-dessus et symbolisez la part de puissance sensible de la batterie. Calculez la puissance frigorifique totale de la batterie. Calculez de 2 façons la puissance frigorifique sensible de la batterie. En déduire la puissance frigorifique latente de la batterie.



## N°7 - Puissance latente des batteries froides humides – niv 3

Etudiez le cours en ligne.

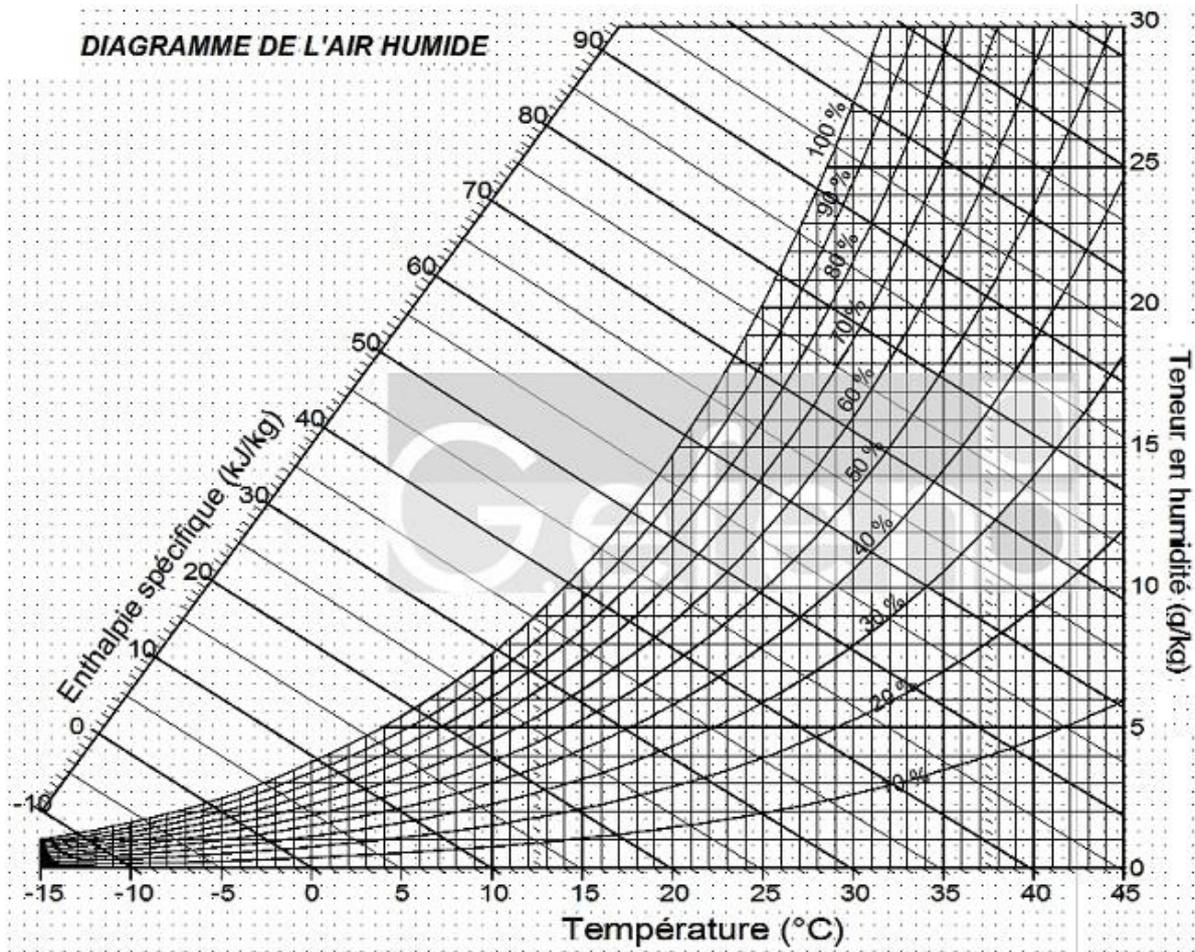


Calcul de la puissance latente

$$P = \frac{q_v \times 1,2}{3600} \times \Delta h$$

Avec:  $P$  en [kW],  $q_v$  en [ $m^3/h$ ],  $\Delta h$  en [kJ/kg]

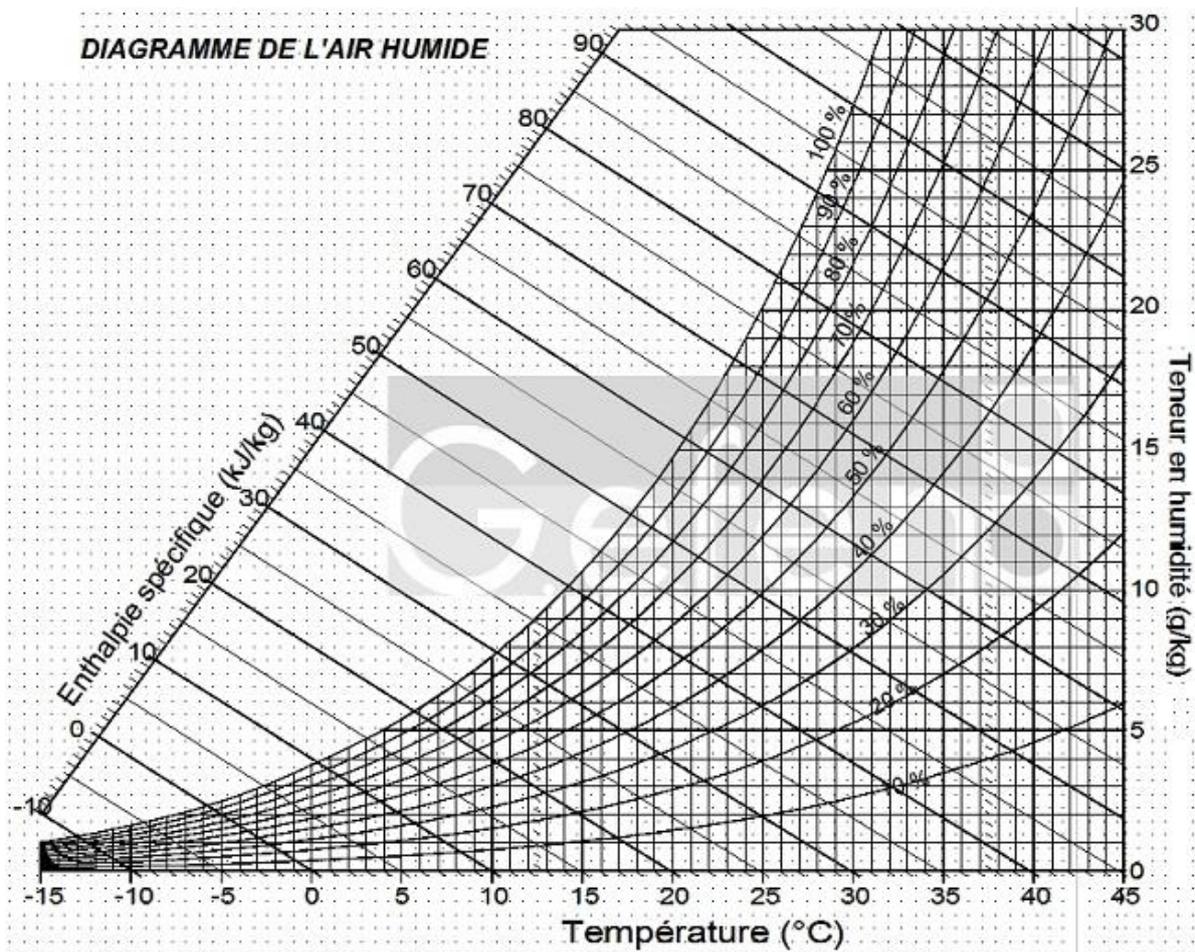
**QUESTION Q1 :** On souhaite refroidir par détente directe 12 000 [m<sup>3</sup>/h] d'air de 32 [°C] 40% à 20 [°C]. Tracez l'évolution sur le diagramme, symbolisez la part latente et, en utilisant le  $\Delta h$  correspondant, calculez la puissance latente de la batterie.



**Etudiez le cours en ligne avant de traiter l'exercice suivant.**

**QUESTION Q2 :** Dans l'exercice précédent, on a refroidi 12 000 [m<sup>3</sup>/h] d'air de 32 [°C] 40% à 20 [°C]. La puissance latente (déshumidification) est alors de 24 [kW].  
Estimez le débit de condensat en [kg/h] et en [l/h].  
Comparez ce débit à celui d'un lavabo dont le débit est de l'ordre de 0,15 [l/s].

**QUESTION Q3 :** On souhaite refroidir de l'air par détente directe de 35 [°C] 40% à 15 [°C].  
Tracez l'évolution sur le diagramme et symbolisez la part sensible et latente de cette évolution.



## N°8 – Calcul du débit de condensat à partir du diagramme de l'air humide

*Etudiez le cours en ligne.*

$$q_{m\text{ eau}} = q_{m\text{ air}} \times \Delta r$$

Avec :

$q_{m\text{ eau}}$  en [g/s]

$q_{m\text{ air}}$  en [kg/s]

$\Delta r$  en [g eau/kgair]

**QUESTION Q1 :** Vérifiez la validité de la formule ci-dessus par une équation aux unités.

$$q_{m\text{ eau}} = 1,2 \times q_{v\text{ air}} \times \Delta r$$

Avec :

$q_{m\text{ eau}}$  en [g/h]

$q_{v\text{ air}}$  en [m<sup>3</sup>/h]

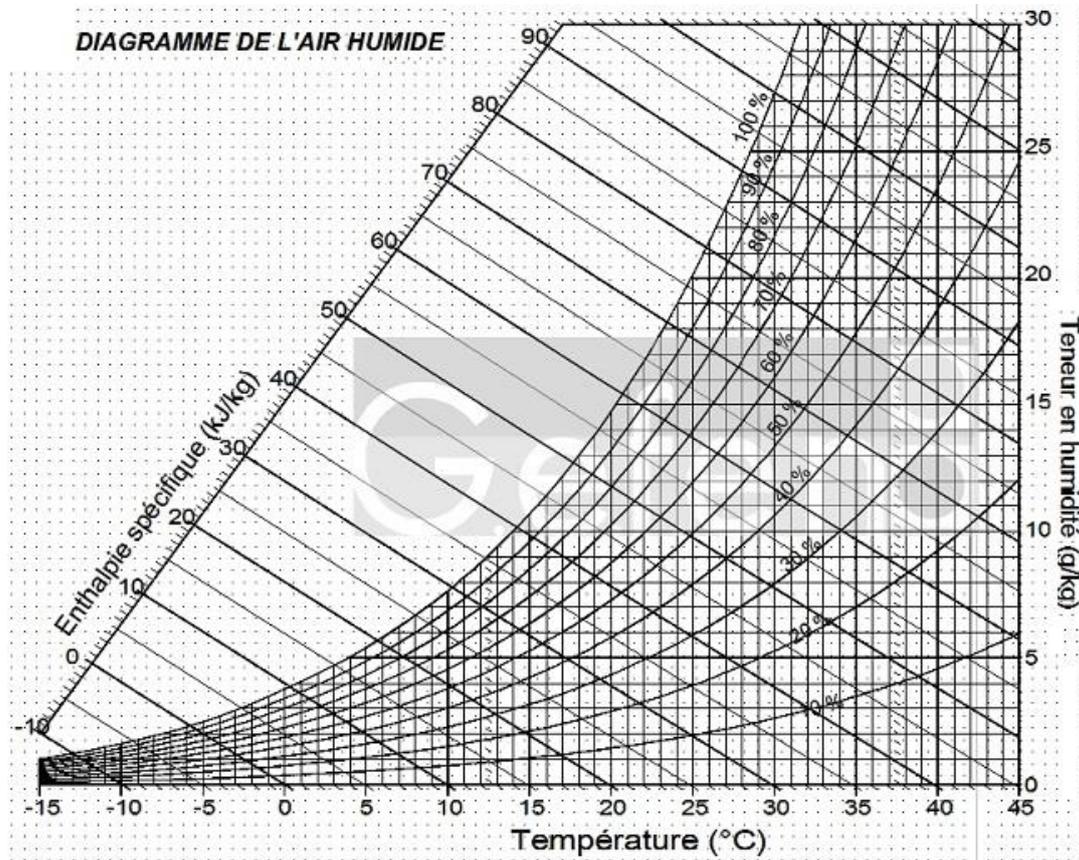
$\Delta r$  en [g eau/kg air]

1,2 : masse volumique de l'air en [kg eau/m<sup>3</sup> air]

**QUESTION Q2 :** Vérifiez la validité de la formule ci-dessus par une équation aux unités.

**QUESTION Q3 :** Une centrale de traitement d'air refroidit par détente directe 15 000 [m<sup>3</sup>/h] d'air de 35 [°C] 40% à 20 [°C].

Sur le diagramme ci-dessus, tracez l'évolution de l'air et calculez en [kg/h] le débit d'eau condensée. Vérifiez votre résultat par une évaluation du débit de condensat effectuée par calcul de la puissance latente et utilisation du ratio de 700 [W] calorifique libéré par la condensation d'un [kg/h] de vapeur.



Après avoir étudié en ligne ce dossier, évaluez-vous par un test sur le site [Xpair.com](http://formation.xpair.com) ou E-Greta .  
<http://formation.xpair.com/essentiel-genie-climatique/lire/evolutions-elementaires-batteries-froides-detente-directe.htm>