

V- Les opérations simples de traitement de l'air

Résumé

1. Mélange

La réglementation définit, en fonction de la destination du local, un débit minimal d'Air Neuf Réglementaire ou Débit d'Air Hygiénique représenté en général par un débit volumique d'Air Neuf par personne ou par [m² de plancher] : ce débit est exprimé en [m³/h] ou en [Nm³/h] (ou « [Normal m³/h] »).

Air « Normal » : $\theta = 20\text{ °C}$ HR = 50 %

C'est pourquoi on définit le Taux d'Air Neuf ou Taux d'introduction d'Air Neuf :

$$\tau_{AN} = \frac{qm_{AN}}{qm_{as}}$$

$$h_M = \tau_{AN} \times h_{AN} + \tau_{ARC} \times h_{ARC} \quad r_M = \tau_{AN} \times r_{AN} + \tau_{ARC} \times r_{ARC}$$

2. Introduction au traitement d'air



Débit d'air sec : $qmas_1$ [kgas/s]
 Enthalpie spécifique : h_1 [kJ/kgas]
 Teneur en humidité : r_1 [kge/kgas]

$qmas_2$
 h_2
 r_2

2.1. Débit massique d'air sec ($qmas$)

$$qmas_1 = qmas_2 = qmas$$

2.2. Débit d'eau reçu ou cédé par l'air (qm_o)

$$qm_o = qmas \cdot (r_2 - r_1)$$

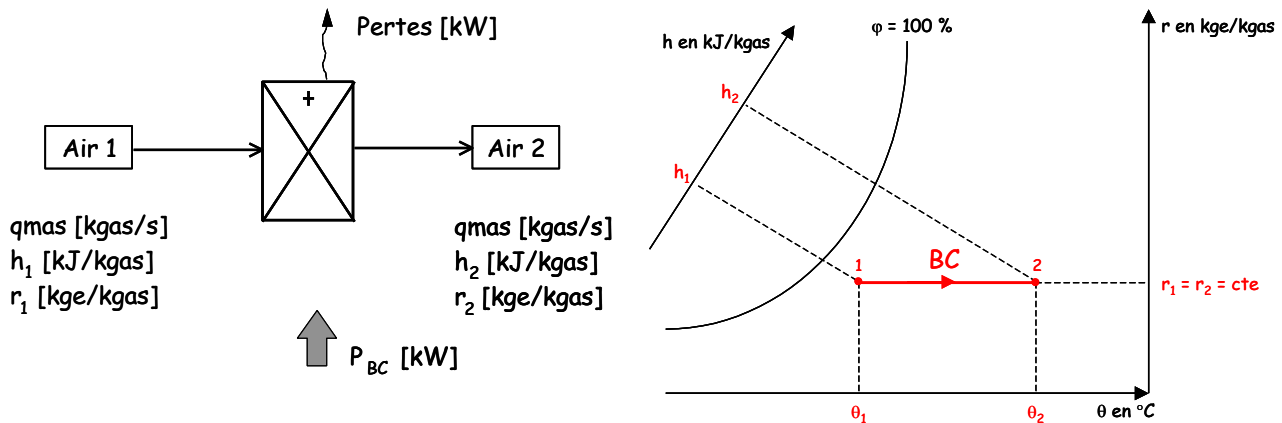
[kge/s] [kgas/s] [kge/kgas]

2.3. Puissance reçue ou cédée par l'air (P_{air})

$$P_{air} = qmas \cdot (h_2 - h_1)$$

[kW] [kgas/s] [kJ/kgas]

3. Chauffage de l'air



$$P_{BC} = P_{air} + Pertes \text{ [kW]}$$

Le rendement η de la batterie est défini par l'expression : $\eta = \frac{P_{air}}{P_{BC}}$

En pratique, le rendement d'une batterie est très proche de 100 % et on considère souvent que :

$$P_{BC} = P_{air} \text{ (kW)}$$

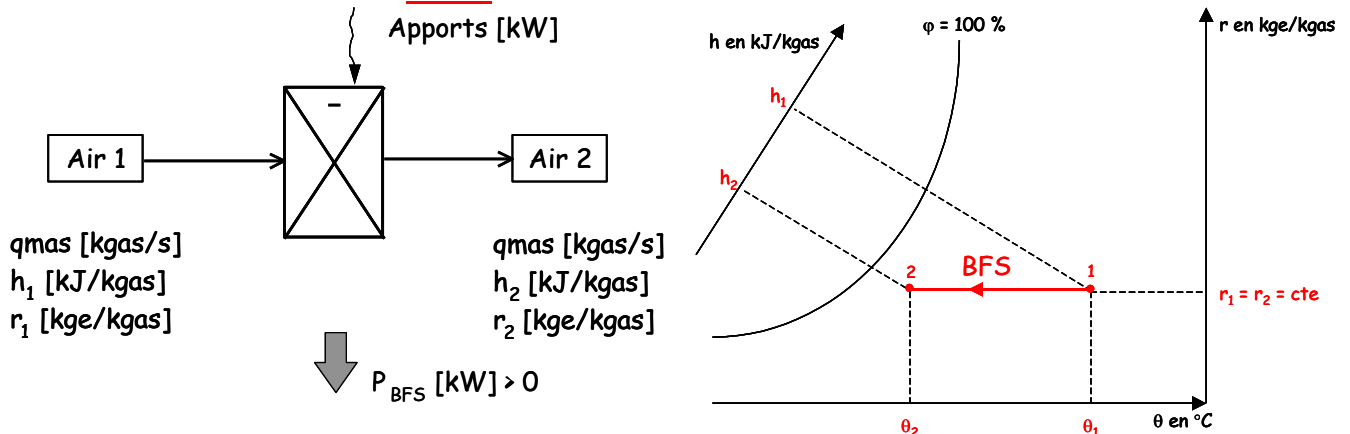
et donc :

$$P_{BC} = q_{mas} \times (h_2 - h_1)$$

[kW] [kgas/s] [kJ/kgas]

4. Refroidissement sans déshumidification

C'est le cas d'une batterie sèche.



$$P_{BFS} = q_{mas} \cdot (h_1 - h_2) + Apports$$

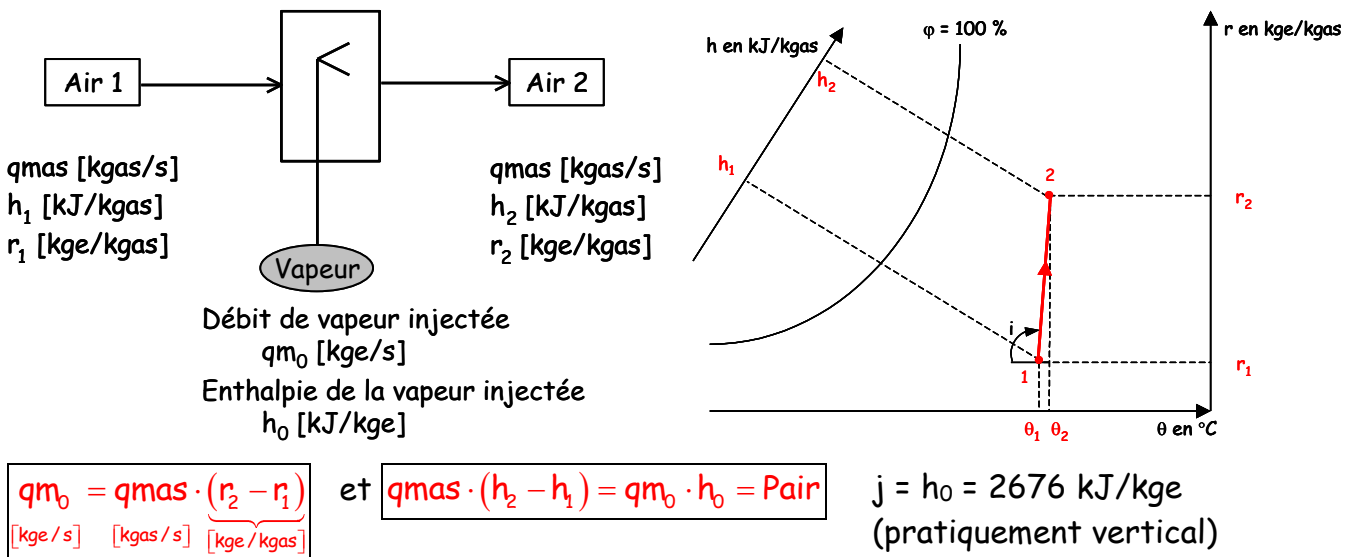
[kW] [kgas/s] [kJ/kgas] [kW]

En pratique, les apports sont faibles aussi sont-ils négligés. On obtient donc :

$$P_{BFS} = q_{mas} \cdot (h_1 - h_2) > 0$$

[kW] [kgas/s] [kJ/kgas]

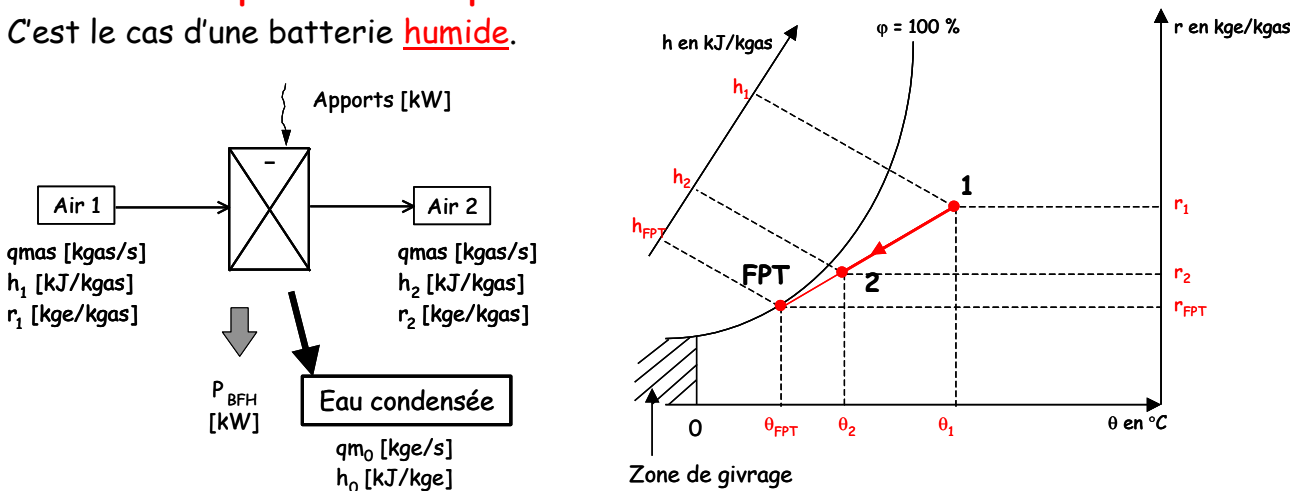
5. Humidification par injection de vapeur



6. Déshumidification par refroidissement

Le principe consiste à refroidir l'air en dessous de sa température de rosée pour condenser une partie de la vapeur d'eau contenue dans cet air.

C'est le cas d'une batterie humide.



- θ_{FPT} : $\theta_{\text{évap}} + 3 \text{ à } 5^\circ\text{C}$ pour une batterie à détente directe

- $\theta_{FPT} = \frac{\theta_e + \theta_s}{2}$ pour une batterie à eau glacée

$$q_{m_0} = q_{mas} \cdot (r_1 - r_2)$$

[kge/s] [kgas/s] [kge/kgas]

> 0 Débit d'eau condensée.

$q_{m_0} < 0$ pour l'air car l'air cède de l'humidité.

$$P_{BFH} = q_{mas} \cdot (h_1 - h_2) + \text{Apports} - q_{m_0} \cdot h_0$$

Les apports sont toujours très faibles, ils peuvent donc être négligés. Et le dernier terme peut être négligé devant le premier. On retiendra donc :

$$P_{BFH} = q_{mas} \cdot (h_1 - h_2) > 0 \text{ reçue par l'extérieur.}$$

[kW] [kgas/s] [kJ/kgas]

Efficacité ε :

On définit l'efficacité de la batterie ε comme la proportion du mélange :

sur le diagramme, $\varepsilon = \frac{\text{distance}(1-2)}{\text{distance}(1-FPT)}$

L'efficacité représente l'énergie réellement échangée par rapport à l'énergie maximale idéale (si $\theta_2 = \theta_{FPT} = \theta_{ms}$) :

$$\varepsilon = \frac{\theta_1 - \theta_2}{\theta_1 - \theta_{FPT}}$$

$$\varepsilon = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_{FPT}}$$

ou

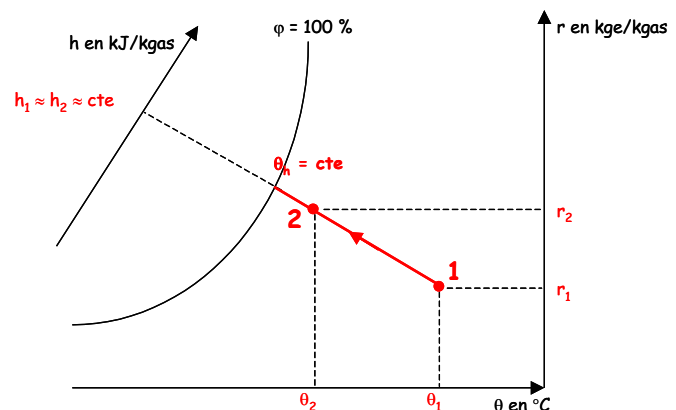
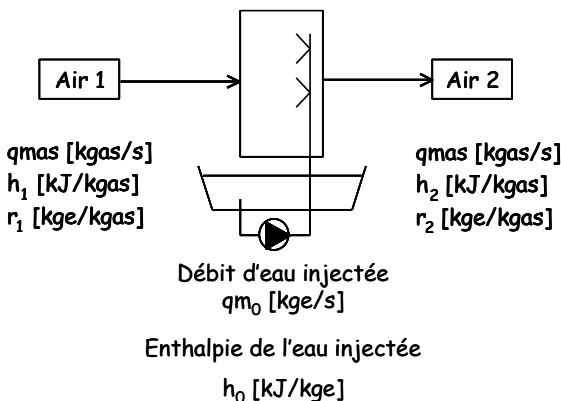
$$\varepsilon = \frac{r_1 - r_2}{r_1 - r_{FPT}}$$

7. Humidification par évaporation d'eau

On pulvérise de fines gouttelettes d'eau dans l'air à humidifier. Celles-ci vont s'évaporer en empruntant de la chaleur à l'air, l'air va se refroidir et son humidité va augmenter.

La chaleur sensible que l'air perd en se refroidissant est compensée par la chaleur latente qu'il gagne en s'humidifiant, si bien que la quantité de chaleur totale contenue dans l'air ne varie pas \rightarrow l'enthalpie ne varie pas de façon significative au cours de cette transformation.

Pour cette raison, ils sont souvent appelés humidificateurs adiabatiques $h_2 \approx h_1$.



$$qm_0 = q_{mas} \cdot (r_2 - r_1)$$

[kge/s] [kgas/s] [kge/kgas]

Débit d'eau évaporée.

$$P = qm_0 \cdot h_0 = q_{mas} (h_2 - h_1) \text{ proche de } 0$$

L'efficacité de l'humidificateur : $\varepsilon = \frac{r_2 - r_1}{r_{FPT} - r_1}$

Le degré de pulvérisation : $Dp = \frac{qm_0}{q_{mas}}$ [kge/kgas]