

Exercice page 126

1)

Air extérieur

$$\dot{m}_{asE} = 2.5 \text{ kg}_{as}/s$$

$$\theta_E = 0^\circ\text{C}$$

$$\varphi_E = 100\%$$

$$r_E = 3.77 \times 10^{-3} \text{ kg}_v/\text{kg}_{as}$$

$$h_E = 9.43 \text{ kJ/kg}_{as}$$

$$v_E = 0.7781 \text{ m}^3/\text{kg}_{as}$$

$$\theta_{hE} = 0^\circ\text{C}$$

$$\theta_{rE} = 0^\circ\text{C}$$

Air recyclé

$$\dot{m}_{asR} = 2.5 \text{ kg}_{as}/s$$

$$\theta_R = 20^\circ\text{C}$$

$$\varphi_R = 40^\circ\text{C}$$

$$r_R = 5.80 \times 10^{-3} \text{ kg}_v/\text{kg}_{as}$$

$$h_R = 34.84 \text{ kJ/kg}_{as}$$

$$v_R = 0.8378 \text{ m}^3/\text{kg}_{as}$$

$$\theta_{hR} = 12.41^\circ\text{C}$$

$$\theta_{rR} = 6.01^\circ\text{C}$$

Mélange

On calcule

$$\theta_M = \frac{\frac{\dot{m}_{asE}}{\dot{m}_{asR}} \theta_E + \theta_R}{\frac{\dot{m}_{asE}}{\dot{m}_{asR}} + 1} = \frac{0 + 20}{2} = 10^\circ\text{C}$$

$$r_M = \frac{\frac{\dot{m}_{asE}}{\dot{m}_{asR}} r_E + r_R}{\frac{\dot{m}_{asE}}{\dot{m}_{asR}} + 1} = \frac{3.77 + 5.80}{2} \times 10^{-3}$$

$$= 4.785 \times 10^{-3} \text{ kg}_v/\text{kg}_{as}$$

$$h_M = \frac{\frac{\dot{m}_{asE}}{\dot{m}_{asR}} h_E + h_R}{\frac{\dot{m}_{asE}}{\dot{m}_{asR}} + 1} = \frac{9.43 + 34.84}{2}$$

$$= 22.135 \text{ kJ/kg}_{as}$$

Le rapport caractéristique :

$$\gamma = \frac{h_R - h_E}{r_R - r_E} = \frac{34.84 - 9.43}{(5.8 - 3.77)10^{-3}}$$

$$= 12.5 \times 10^3 \text{ kJ/kg}_v$$

On obtient les autres propriétés du mélange

$$\varphi_M = 63\%$$

$$v_M = 0.8079 \text{ m}^3/\text{kg}_{as}$$

$$\theta_{hM} = 6.80^\circ\text{C}$$

$$\theta_{rM} = 3.39^\circ\text{C}$$

Le point de mélange se trouve dans la zone d'air humide :

$$\varphi_M = 63\% < 100\%$$

$$\theta_{rM} = 3.39^\circ\text{C} < \theta_M = 10^\circ\text{C}$$

2)

Air extérieur v. §1

Air recyclé

$$\dot{m}_{asR} = 2.5 \text{ kg}_{as}/s$$

$$\theta_R = 20^\circ\text{C}$$

$$\varphi_R = 90^\circ\text{C}$$

$$r_R = 13.21 \times 10^{-3} \text{ kg}_v/\text{kg}_{as}$$

$$h_R = 53.64 \text{ kJ/kg}_{as}$$

$$v_R = 0.8477 \text{ m}^3/\text{kg}_{as}$$

$$\theta_{hR} = 18.86^\circ\text{C}$$

$$\theta_{rR} = 18.31^\circ\text{C}$$

Mélange

On calcule (v. 1))

$$\theta_M = 10^\circ\text{C}$$

$$r_M = 8.49 \times 10^{-3} \text{ kg}_v/\text{kg}_{as}$$

$$h_M = 31.54 \text{ kJ/kg}_{as}$$

$$\gamma = 4.7 \times 10^3 \text{ kJ/kg}_v$$

On obtient les autres propriétés du mélange

$$\varphi_M = 110 \%$$

$$v_M = 0.8129 \text{ m}^3/\text{kg}_{as}$$

$$\theta_{hM} = 10.92 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_{rM} = 11.57 \text{ }^\circ\text{C}$$

Le point de mélange se trouve dans la zone de brouillard :

$$\theta_{rM} = 11.57 \text{ }^\circ\text{C} > \theta_M = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

L'air est "sursaturé" dans un état "métastable". Comme la pression partielle ne peut dépasser la pression de vapeur saturante, le taux d'humidité ne peut pas être supérieur à 100 %. La condensation se va produire jusque que l'équilibre est atteint à la saturation (pression partielle de vapeur d'eau égale à la pression de vapeur saturante).

La condensation des vapeurs d'eau se fait sans apport extérieur d'énergie, donc à l'enthalpie constante,

$$h_M = 31.54 \text{ kJ/kg}_{as} .$$

Le point d'équilibre a l'enthalpie h_M et l'humidité relative $\varphi = 100 \%$. Il en résulte les autre propriétés à la saturation :

$$\theta_{Ms} = \theta_{hMs} = \theta_{rMs} = 10.9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$r_{Ms} = 8.13 \times 10^{-3} \text{ kg/kg}_{as}$$

$$v_{Ms} = 0.8150 \text{ m}^3/\text{kg}_{as}$$

Le débit d'eau condensée est :

$$\begin{aligned} \dot{m}_e &= \dot{m}_{as} (r_M - r_{Ms}) \\ &= 5 \times (8.49 - 8.13) \times 10^{-3} . \\ &= 1.8 \times 10^{-3} \text{ kg/s} \end{aligned}$$

