

Série 9

Thursday, 25 March 2021 18:34

Formules

• Ascension capillaire : $h = \frac{2 \cdot \sigma}{\rho \cdot g \cdot r} \cdot \cos \alpha$

Annotations :
 - σ : tension superficielle (eau : $0,073 \frac{N}{m}$)
 - ρ : masse volumique (eau : $1000 \frac{kg}{m^3}$)
 - g : accélération (eau : $9,81 \frac{m}{s^2}$)
 - r : rayon des pores
 - α : angle de raccordement

• Chaleur **SENSIBLE** : $\Delta Q_s = m \cdot C_p \cdot \Delta \theta$

• Chaleur **LATENTE** : $\Delta Q_L = \Delta m \cdot L(\theta)$

• Puissance : $P = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$

• Loi des gaz parfaits : $PV = nRT$

→ Masse volumique :

$$\rho = \frac{m}{V} \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

→ Humidité absolue :

$$HA = \frac{m_{vap}}{V} \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

Humidité relative : $HR = \frac{HA}{HA_{sat}} = \frac{P_{vap}}{P_{sat}}$

Annexe : A2.2 (HA_{sat}), A2.4 (Diagramme), A4.1 (C_p)

(P1) $h = 0,2m$
 $\sigma = 0,073 \frac{N}{m}$
 $\alpha = 0^\circ$
 $\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$
 $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$

$h = \frac{2\sigma}{\rho \cdot g \cdot r} \cdot \cos \alpha$
 $\cos(0) = 1$
 $r = \frac{2\sigma}{\rho \cdot g \cdot h}$
 $r = \frac{2 \cdot 0,073 \frac{N}{m}}{1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 0,2m}$
 $r = 0,000074m$
 $r = 7,4 \cdot 10^{-5}m$

DIAMETRE
 $d = 2 \cdot r = 14,8 \cdot 10^{-5}m$

UNITÉS : $[N] = [kg \frac{m}{s^2}]$

$$\Rightarrow \frac{[N]}{[kg \frac{m}{s^2}] \cdot [m]} = \frac{[N] [m^2] [s^2]}{[kg] [m^3]} = \frac{[kg \frac{m}{s^2}] [m^2] [s^2]}{[kg] [m^3]} = [m]$$

(P2) $\Delta t = 4 \text{ min} = \frac{4}{60} h$

$V_{cuisson} = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1 m^3 = 0,64 m^3$

$V_{personne} = \frac{m}{\rho} = \frac{55kg}{1000 kg/m^3} = 0,055 m^3$

$V_{air} = V_{cuisson} - V_{personne} = 0,585 m^3$

Emission de CO_2 : $[g/h]$?

$$\Delta CO_2 = 4300 - 2900 \text{ ppm} = 1400 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \frac{g}{m^3}$$

$$= 2,8 g/m^3$$

$$\Delta m_{CO_2} = \Delta CO_2 \cdot V_{air} = 2,8 g/m^3 \cdot 0,585 m^3 = 1,64 g$$

$$Emissions = \frac{\Delta m_{CO_2}}{\Delta t} = \frac{1,64g}{4/60 h} = 24,6 g/h$$

Emission de vapeur : $[g/h]$?

$$HR = \frac{HA}{HA_{sat}} \Rightarrow HA = HR \cdot HA_{sat}$$

→ Annexe A2.2

$$HA(t=0) = 0,335 \cdot HA_{sat}(24,5^\circ C)$$

Interpolation linéaire :

$$HA_{sat}(24^\circ C) = 21,8 g/m^3$$

$$\Delta HA_{sat}(24 \rightarrow 25^\circ C) = 1,27 \frac{g}{m^3}$$

$$HA_{sat}(24,5^\circ C) = HA_{sat}(24^\circ C) + 0,5 \cdot \Delta HA_{sat}(24 \rightarrow 25^\circ C)$$

$$= 21,8 g/m^3 + 0,5 \cdot 1,27 \frac{g}{m^3} = 22,4 g/m^3$$

$$\Rightarrow HA_{sat}(26,7^\circ C) = 24,4 + 0,7 \cdot 1,4 g/m^3 = 25,4 g/m^3$$

$$HA(t=0) = 0,335 \cdot 22,4 = 7,5 g/m^3$$

$$HA(t=4m) = 0,326 \cdot 25,4 = 8,3 g/m^3$$

$$\Delta m_{vap} = (HA(t=4min) - HA(t=0)) \cdot V_{air}$$

$$= (8,3 - 7,5) \frac{g}{m^3} \cdot 0,585 m^3 = 0,47 g$$

$$Emissions : \frac{\Delta m_{vap}}{\Delta t} = \frac{0,47g}{4/60 h} = 7 \frac{g}{h}$$

b) $P = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$

$$\Delta Q_{evap} = \Delta m_{vap} \cdot L(25^\circ C)$$

$$P = \frac{\Delta m_{vap} \cdot L(25^\circ C)}{\Delta t} = \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot L(25^\circ C)$$

$$= 7 \frac{g}{h} \cdot (2501 - 2,4 \cdot 25^\circ C) \frac{kJ}{kg}$$

$$= 7 \cdot \frac{10^{-3}}{3600} \frac{kg}{s} \cdot 2441 \cdot 10^3 \frac{Ws}{kg}$$

$$= 4,7 W$$

c) : voir corrigé

(P3) a) $Q_{tot} = Q_{L, evap} + Q_{s, vap} + Q_{s, air sec}$

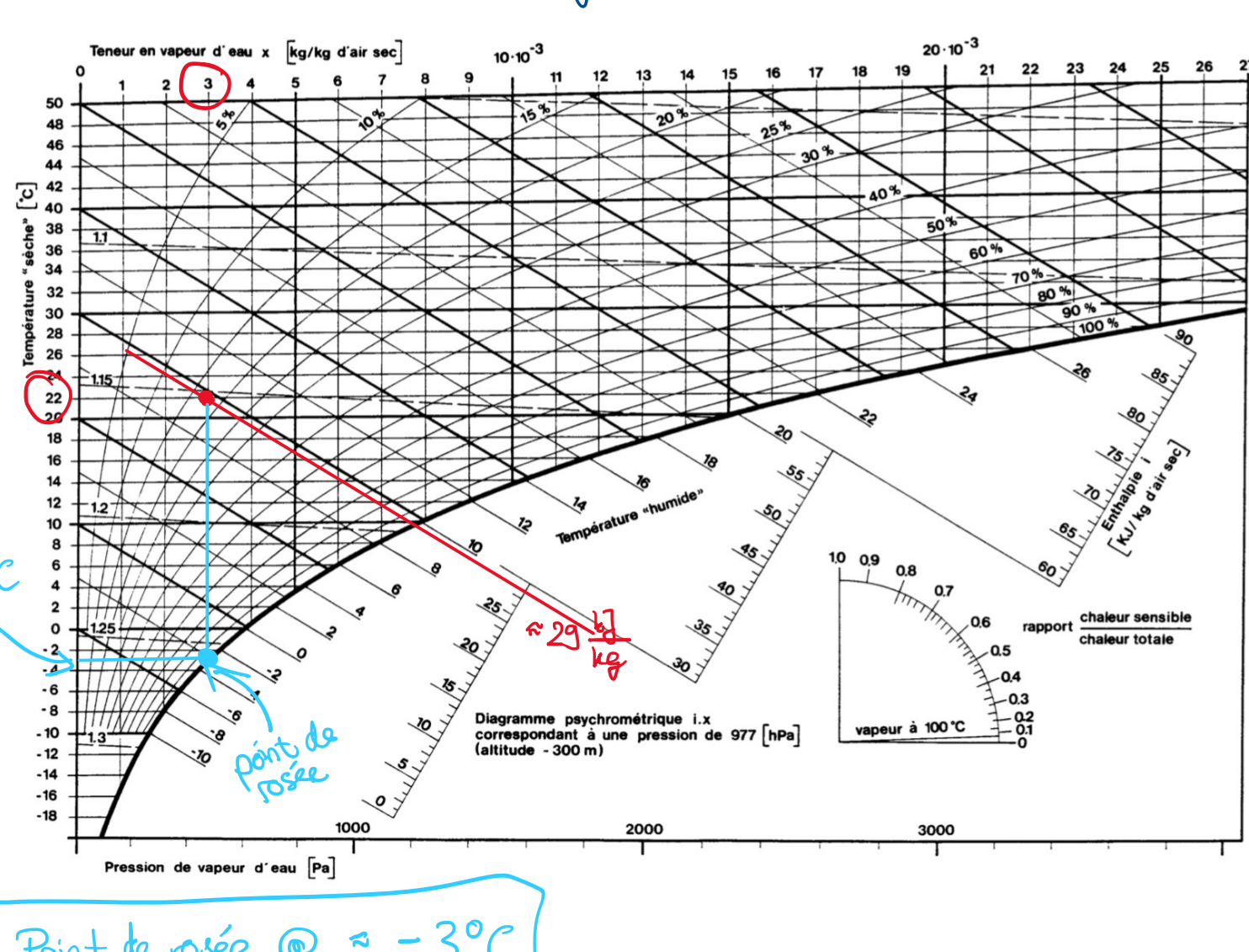
$$= \Delta m_{vap} \cdot L(\theta) + m_{vap} \cdot C_{p, vap} \cdot \Delta \theta + m_{air sec} \cdot C_{p, air sec} \cdot \Delta \theta$$

$$= 0,030 kg \cdot 2501 \frac{kJ}{kg} + 0,03 kg \cdot 1,8 \frac{kJ}{kg \cdot K} \cdot 22K + 10 kg \cdot 1 \frac{kJ}{kg \cdot K} \cdot 22K$$

$$= 296 kJ$$

$$b) i = \frac{Q_{tot}}{m_{air sec}} = \frac{296 kJ}{10 kg} = 29,6 \frac{kJ}{kg_{air sec}}$$

$$x = \frac{m_{vap}}{m_{air sec}} = \frac{0,030 kg}{10 kg} = 3 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{kg_{air sec}}$$



Point de rosée @ $\approx -3^\circ C$

c) Pt de rosée : $HA(\theta_{rosée}) = HA_{sat}(\theta_{rosée})$

HA_{sat} : Annexe A2.2 + interpolation linéaire

$$HA(\theta) = \frac{m_{vap}}{V} \rightarrow p_{air sec} = \frac{m_{air sec}}{V} \Rightarrow V = \frac{m_{air sec}}{p_{air sec}}$$

$$\Rightarrow HA(\theta) = \frac{m_{vap}}{m_{air sec}} \cdot p_{air sec}(\theta) = x \cdot p_{air sec}(\theta)$$

$$\Rightarrow HA(\theta) = 3 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{kg_{air sec}} \cdot p_{air sec}(\theta)$$

A2.1 : $p_{air sec}(\theta) = 1,2929 \cdot \frac{97,700}{101,325} \cdot \frac{273}{273 + \theta}$ (pression d'air : 97700Pa)

ITERATIONS

① Premier essai : $\theta = 0^\circ C \Rightarrow \rho = 1,2466$

$$HA(0^\circ C) = 3,74 \frac{g}{m^3}$$

$$HA_{sat}(0^\circ C) = 4,85^\circ C$$

② Le changement de HA par rapport à θ est faible

$$\Rightarrow HA_{sat} \approx 3,74 g/m^3$$

selon A2.2 : $HA_{sat}(-3^\circ C) = 3,82$
 $HA_{sat}(-4^\circ C) = 3,52$ } θ entre $-3^\circ C$ et $-4^\circ C$

③ Calcul précis

$HA_{sat} \rightarrow$ Interpolation linéaire ($HA_{sat}(-3^\circ C) - 0,3 \cdot \Delta HA_{sat}(-4 \rightarrow -3^\circ C)$)

$HA \rightarrow$ Formule

Temperature	HA_sat	HA
-3	3.82	3.78
-3.1	3.79	3.78
-3.2	3.76	3.78
-3.3	3.73	3.79
-3.4	3.7	3.79
-3.5	3.67	3.79
-3.6	3.64	3.79
-3.7	3.61	3.79
-3.8	3.58	3.79
-3.9	3.55	3.79
-4	3.52	3.80

← $HA \approx HA_{sat} \Rightarrow$ point de rosée