

Bilan capteur

Au niveau du capteur, on observe deux phases :

1) La chauffe portant la température de T_{initiale} à $T_{\text{désorption}}$

$$M_{\text{tot}} C_{p_{\text{global}}} \frac{dT}{dt} = AD + Ad - Ray$$

avec

M_{tot} = masse totale [kg] = masse de l'eau + masse de l'aluminium + masse du silicagel

$$C_{p_{\text{global}}} = \text{chaleur spécifique globale [J/kg K]} \\ = \frac{M(\text{eau})C_p(\text{eau}) + M(\text{acier})C_p(\text{acier}) + M(\text{SiO}_2)C_p(\text{SiO}_2)}{M_{\text{tot}}}$$

AD = apports solaires directs [W] $\cong 700 \text{ [W/m}^2\text{]} * \Omega_{\text{capteur}} \text{ [m}^2\text{]}$

Ad = apports solaires diffus [W] = $\alpha_{\text{air}} \sigma T_{\text{air}}^4 \Omega_{\text{capteur}}$

α_{air} = émissivité de l'air = 0,8

σ = constante de Boltzmann = $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ [W K}^4\text{/m}^2\text{]}$

T_{air} = température ambiante [K]

Ω_{capteur} = surface du capteur [m²]

Ray = pertes par rayonnement [W] = $\Omega_{\text{capteur}} \sigma T^4$

T = température au sein du capteur [K]

La valeur des différents termes de l'équation est donnée ci-dessous.

$M_{\text{eau}} = 1,058 \text{ kg} * \text{coefficient de sécurité} = 1,058 \text{ kg} * 2 = 2,116 \text{ kg}$

$C_{p_{\text{eau}}} = 4186 \text{ J/kg K}$

$$M_{\text{acier}} = \rho_{\text{acier}} V_{\text{acier}} = \rho_{\text{acier}} (V_{\text{grillage}} + V_{\text{tôles}}) \\ = 7850 \text{ kg/m}^3 * ((2 * 1 \text{ m}^2 * 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}) + (\frac{1}{3} * 95 \cdot 10^{-2} \text{ m} * 4 \text{ m} * 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}) \\ + (4 * 1 \text{ m} * 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m} * 3 \cdot 10^{-3} \text{ m})) \\ = 69,34 \text{ kg}$$

$C_{p_{\text{acier}}} = 460,46 \text{ J/kg K}$

$M_{\text{SiO}_2} = 2,8 \text{ kg}$

$C_{p_{\text{SiO}_2}} = 700 \text{ J/kg K}$

$$\Rightarrow M_{\text{tot}} = M_{\text{eau}} + M_{\text{acier}} + M_{\text{SiO}_2} = 78,456 \text{ kg}$$

$$\Rightarrow C_{p_{\text{global}}} = \frac{M(\text{eau})C_p(\text{eau}) + M(\text{acier})C_p(\text{acier}) + M(\text{SiO}_2)C_p(\text{SiO}_2)}{M_{\text{tot}}}$$

$$= 582,31 \text{ J/kg K}$$

$$AD = 700 \text{ W/m}^2 * 1 \text{ m}^2 = 700 \text{ W}$$

$$Ad = 0,8 * 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ WK}^4/\text{m}^2 * (308\text{K})^4 * 1\text{m}^2 = 408,2 \text{ W}$$

$$Ray = 1\text{m}^2 * 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ WK}^4/\text{m}^2 * T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ WK}^4 * T^4$$

En introduisant ces valeurs dans l'équation, et en intégrant de T_{initiale} à $T_{\text{désorption}}$ pour une durée allant de 0 à t_{chauffe} , on peut obtenir le temps de chauffe :

$$\int_{T_{\text{initiale}}}^{T_{\text{désorption}}} \frac{dT}{AD + Ad - Ray} = \frac{1}{M_{\text{tot}} C_p(\text{global})} \int_0^{t(\text{chauffe})} dt$$

$$\Leftrightarrow \int_{298\text{K}}^{T_{\text{désorption}}} \frac{dT}{1108,2 - 5,67 \cdot 10^{-8} T^4} = 2,189 \cdot 10^{-5} * t_{\text{chauffe}}$$

Si l'on considère une température de désorption de 340 K, on obtient un temps de chauffe de 0,11h

2) La désorption

Cette phase nous permet de calculer le temps nécessaire à désorber toute l'eau du silicagel ($t_{\text{désorption}}$) :

$$AD + Ad - Ray = L_{\text{désorption}} * j$$

Avec

$$L_{\text{désorption}} = \text{chaleur latente de désorption [J/kg]} = 3200 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$$

$$j = \text{vitesse de désorption [kg d'eau désorbée / s]}$$

$$\Rightarrow 700 \text{ W} + 408,2 \text{ W} - 1\text{m}^2 * 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ WK}^4/\text{m}^2 * T_{\text{désorption}}^4 = 3200 \cdot 10^3 \text{ J/kg} * j$$

$$\Leftrightarrow j = \frac{1108,2 - 5,67 \cdot 10^{-8} * (T_{\text{désorption}})^4}{3200 \cdot 10^3}$$

$$\Rightarrow t_{\text{désorption}} = \frac{M_{\text{eau}}}{j} = \frac{1,058 \text{ kg} * 3200 \cdot 10^3}{1108,2 - 5,67 \cdot 10^{-8} * (T_{\text{désorption}})^4}$$

$$= \frac{3\,385\,600}{1108,2 - 5,67 \cdot 10^{-2} \cdot (T_{\text{désorption}})^4}$$

En prenant une température de désorption de 340 K, on obtient un temps de désorption d'environ 5,37

Matériel du capteur

1.Boitier

Plaques latérales : nombre = 4

matière = aluminium

dimensions = 1,12 m * 17,5 cm * 2 mm

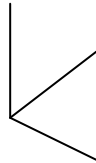
Plaque du fond : nombre = 1

matière = aluminium

dimensions = 1,12 m * 1,12 m * 2 mm

Coins en L : nombre = 4

forme :



2.Mousse isolante

3.Vitre

Plaque vitrée : nombre = 1

matière = verre

dimensions = 1,12 m * 1,12 m * 2 cm

Coins en L : nombre = 8

forme :



4.Absorbeur

Barres de soutien : nombre = 4

matière = acier

dimensions : 1,12m * 3 cm * épaisseur

Coins en L : nombre = 8

forme :



Rivets : à commander en gros

Silicagel : poids = 7 kg

Nous allons faire appel à un sous-traitant pour la construction de l'absorbeur. Ce dernier se compose des parties suivantes :

Grillage principal : nombre : 1

matière : acier

dimensions des pores : 1 mm

dimensions = 95 cm * 4m * 2 mm

Nous avons choisi un grillage de 4m de long pour être sûrs de pouvoir réaliser le nombre de trapèzes désirés.

Tôles du haut et du bas : nombre = 2

matière = acier

dimensions = 1m * 1m * 3 mm

Tôles latérales : nombre = 4

matière = acier

dimensions = 1m * 2,5 cm * 3 mm

Une des tôles latérales ne sera pas soudée au reste de l'absorbeur par le sous-traitant. Il faut en effet garder une ouverture pour placer le silicagel à l'intérieur de l'absorbeur. On soudera cette tôle après avoir introduit le silicagel. La tôle qui n'est pas soudée est celle placée perpendiculairement à l'axe des pliures du grillage, et plus particulièrement, celle du côté opposé à l'entrée du tuyau.

Etant donné que l'on laisse un espace de vide (sans grillage) sur une longueur de 5 cm, il faudra souder une plaque de grillage pour soutenir le silicagel sur la face latérale de l'absorbeur:

Grillage secondaire : nombre = 1

matière = acier

dimensions des pores = 1 mm

dimensions = 1m * 2,5 cm * 2 mm

Le temps total nécessaire au bon fonctionnement du capteur vaut donc :

$$t_{\text{total}} = t_{\text{chauffe}} + t_{\text{désorption}} = 5,48 \text{ h}$$