

BTS FED Génie Climatique et Fluidique 2017 – Corrigé

Rénovation d'un immeuble

A - Étude thermique du bâtiment

I. Isolation

1. Une différence de température entre les deux faces d'un mur se traduit par l'existence d'un transfert thermique tendant à équilibrer les températures externes du mur.

Ce transfert thermique par unité de temps est appelé flux thermique.

Ce flux thermique par unité de surface de mur, dépend de la différence de température entre les deux façades et de la nature du milieu constituant le mur (briques, béton, plâtre,...) et bien entendu de son épaisseur.

On peut donc caractériser l'influence du mur sur le flux thermique par un terme nommé « résistance thermique » du mur ; ce terme prend en considération les deux critères propres au mur : épaisseur et nature du matériau.

Pour une même différence de température entre les deux faces d'un mur, plus la résistance thermique du mur est élevée et plus le flux thermique sera limité ; pour isoler un mur, il convient donc d'augmenter sa résistance thermique afin de limiter les échanges thermiques entre les deux parois de ce mur.

2. L'isolation du bâtiment par l'extérieur permet de limiter les ponts thermiques donc l'efficacité du dispositif

3. La résistance thermique R_{th} (relative à l'unité de surface) du mur en béton associé à l'isolant s'écrit :

$$R_{th} = R_{\text{béton}} + \frac{e}{\lambda} \quad \text{avec : } R_{\text{béton}} = 0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1} \quad \text{et } e = 0,1 \text{ m} \quad R_{th} = 3,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

Cette valeur, comprise entre $3,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ et $5,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ convient.

II. Choix du matériau isolant

1. Lors de l'utilisation du dispositif expérimental du document 3, on néglige les pertes de chaleur par les surfaces latérales de l'échantillon car seules les pertes thermiques entre les deux façades nous intéressent pour l'isolation du mur.

2. Si la puissance électrique $U \times I$ est entièrement transformée en chaleur, la densité de flux thermique φ

s'écrit : $\varphi = \frac{U \times I}{S_{\text{éch}}}$; $S_{\text{éch}} = 30 \times 10^{-4} \text{ m}^2$; on obtient effectivement : $\varphi = 180 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

3. La résistance thermique r_{th} de l'échantillon s'écrit : $r_{th} = \frac{T_1 - T_2}{U \times I}$ $r_{th} = 0,39 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$

4. Cette résistance thermique s'exprime aussi en fonction de la conductivité thermique du matériau :

$r_{th} = \frac{e}{S_{\text{éch}} \lambda_{\text{exp}}}$; on a donc : $\lambda_{\text{exp}} = \frac{e}{S_{\text{éch}} r_{th}}$ $\lambda_{\text{exp}} = 0,054 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$

5. Si l'on tolère un écart de 10 % sur la valeur indiquée par le constructeur, on doit avoir une valeur de conductivité comprise entre $\lambda_{\text{min}} = 0,037 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ et $\lambda_{\text{max}} = 0,045 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$.

Il est donc impossible d'utiliser ce stock car la conductivité thermique du matériau s'est dégradée ; il ne convient plus.

B - Mesure du rendement du chauffe-eau solaire

1. L'énergie E_{eau} s'écrit : $E_{\text{eau}} = V \rho c_{\text{eau}} (\theta_f - \theta_i)$

$$E_{\text{eau}} = 188 \text{ MJ}$$

2. L'énergie solaire E_{sol} reçue par les panneaux à la date du jeudi 9 est égale au produit de la surface des panneaux exprimée en cm^2 (soit $35 \times 10^4 \text{ cm}^2$) par le rayonnement global relatif au jeudi 9 : 2330 J.cm^{-2} .

On obtient : $E_{\text{sol}} = 816 \text{ MJ}$.

3. Le rendement global réel de l'installation s'écrit : $\eta_{\text{réel}} = \frac{E_{\text{eau}}}{E_{\text{sol}}}$

$$\eta_{\text{réel}} = 23 \%$$

4. Le rendement théorique de l'installation η_{th} s'écrit : $\eta_{\text{th}} = \frac{35}{100} \times \frac{85}{100}$

$$\eta_{\text{th}} = 30 \%$$

5. L'écart relatif entre les rendements théorique et réel est de l'ordre de 29 %.

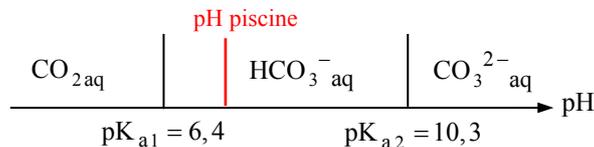
Le rendement réel est inférieur au rendement théorique car nous ne sommes jamais dans les conditions idéales dans lesquelles le constructeur fait ses mesures.

Les panneaux solaires peuvent être poussiéreux, les conduites du circuit primaire sont le siège de pertes thermiques, l'échangeur du ballon peut être un peu entartré,...

C - Détermination du TAC d'une eau de piscine

1. Le pH de l'eau de piscine est facile à mesurer avec un pH-mètre.

2. Le diagramme ci-dessous nous permet d'affirmer que c'est l'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- qui prédomine :



3. Le pH initial, dans le bécher est celui de l'eau de la piscine soit 7,8. L'ajout de la solution d'acide chlorhydrique se traduit par une baisse du pH du milieu contenu dans le bécher.

Avant l'équivalence, le milieu contenu dans le bécher est bleu.

A l'équivalence, on obtient la teinte « sensible » de l'indicateur coloré : le milieu est vert.

Après l'équivalence, l'indicateur coloré vire au bleu.

4. On utilise le document 6 :

Définition du TAC : valeur du volume, exprimée en millilitres, de solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire C égale à $2,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ nécessaire pour doser 100 mL d'eau en présence de vert de bromocrésol. Ce titre s'exprime en degrés français ($^{\circ}\text{f}$).

Pour doser $V_{\text{eau}} = 50 \text{ mL}$ d'eau provenant de la piscine, il faut $V_{\text{eq}} = 6,8 \text{ mL}$ de la solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire C égale à $2,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Pour un volume d'eau double, il faudrait un volume équivalent double soit $2 V_{\text{eq}} = 13,6 \text{ mL}$

Le TAC de l'eau de la piscine est donc : $13,6^{\circ}\text{f}$

5. L'eau de la piscine peut recevoir le traitement au chlore puisque son TAC est compris entre 10°f et 20°f .