

## EXERCICE : CONGÉLATEUR A+++

Dans les cuisines d'un restaurant, un congélateur A+++ de 250 L est programmé pour maintenir une température de  $-18^{\circ}\text{C}$  pour les aliments qu'il contient, lorsque l'air de la cuisine est à une température de  $25^{\circ}\text{C}$ .

1. Calculer l'efficacité de ce congélateur, sachant qu'elle est égale à 50 % de l'efficacité maximale.

On constate que le compresseur du congélateur ne fonctionne que huit minutes par heure. Ce compresseur consomme une puissance électrique de 160 W.

2. En supposant que le compresseur restitue 90 % de la puissance électrique qu'il reçoit, évaluer la résistance thermique des parois d'un congélateur de classe A+++.
3. Supposons qu'en réalité durant le service, la porte est ouverte en moyenne 6 fois par heure, pour une durée moyenne de 10 secondes, et conduisant à chaque fois au renouvellement de 30 % de l'air présent dans le congélateur qui contient par ailleurs 150 L d'aliments congelés. Évaluer la puissance thermique moyenne dissipée par ces ouvertures de porte. Comparer aux pertes à travers la paroi.
4. Le constructeur annonce une consommation annuelle moyenne de 200 kWh. Êtes-vous d'accord ?

### Données :

Capacité thermique massique de l'air :  $c_{\text{air}} = 1,0 \text{ kJ/K/kg}$

Masse volumique de l'air :  $\rho_{\text{air}} = 1,2 \text{ kg/m}^3$ .

1)  $e_c = T_F / (T_C - T_F) = 255 / 43 = 5,93$ . Donc  $e = e_c / 2 = 2,97$ .

2) Sur 1h,  $e = \langle P_F \rangle / \langle P_m \rangle = \langle P_F \rangle / (0,9 \cdot 160 \cdot 8 / 60)$  soit  $\langle P_F \rangle = (T_C - T_F) / R_{\text{th}} = 0,9 \cdot e \cdot 160$   
d'où  $R_{\text{th}} = 43 / (0,9 \cdot 160 \cdot 2,97 \cdot 8 / 60) = 0,76 \text{ K/W}$ .

3) Sur 1h : 6 ouvertures qui remplacent chaque fois 30 % des 100 L d'air présents.  
L'enthalpie échangée par échange de matière chaude/froide sur 1h est :  
 $\Delta H = 6 \cdot 0,3 \cdot m_{100\text{L air}} \cdot c_{\text{air}} \cdot (T_C - T_F)$  donc pour 1 seconde, en moyenne :  $P = \Delta H / 3600 = 2,58 \text{ W}$ .  
A travers la paroi, on perd  $\langle P_F \rangle = e \cdot (0,9 \cdot 160 \cdot 8 / 60) = 56,9 \text{ W} \gg P_{\text{ouv}}$ .

4)  $P_{\text{conso}} = 160 \cdot 8 / 60 \cdot (24 \cdot 365) = 187 \text{ kW.h} \sim \text{ok}$ .