



Valorisation de l'énergie libérée par les datacenters – Corrigé

1. Isolation thermique des murs du centre de données

1.1. $e_{\text{béton}} = \lambda_{\text{béton}} Z = 2,2 \times 4,00 = 8,8 \text{ m}$

1.2. Parmi les matériaux proposés, c'est celui qui a la conductivité la plus faible.

1.3. $Z_{\text{mur}} = Z_{\text{béton}} + Z_{\text{laine de verre}} + Z_{\text{polymère}} \Rightarrow Z_{\text{HQE}} = \frac{e_{\text{béton}}}{\lambda_{\text{béton}}} + \frac{e_{\text{lv}}}{\lambda_{\text{lv}}} + \frac{e_{\text{p}}}{\lambda_{\text{p}}}$
 $\Rightarrow e_{\text{lv}} = \lambda_{\text{lv}} \left(Z_{\text{HQE}} - \frac{e_{\text{béton}}}{\lambda_{\text{béton}}} - \frac{e_{\text{p}}}{\lambda_{\text{p}}} \right) = 0,032 \times \left(4,00 - \frac{20 \cdot 10^{-2}}{2,2} - \frac{5,0 \cdot 10^{-2}}{0,18} \right) = 0,12 \text{ m} = 12 \text{ cm}.$

2. Bilan thermique du centre de données

2.1. Les trois modes de transfert qui permettent aux ordinateurs de céder de l'énergie thermique à la pièce où ils sont stockés sont la convection, la conduction et le rayonnement.

2.2. $Q_{\text{serveurs}} = P_{\text{serveurs}} \Delta t = N_{\text{serveurs}} P_s \Delta t = 20000 \times 480 \times 86400 = 8,29 \cdot 10^{11} \text{ J}$

2.3.

2.3.1. $Q_{\text{sol}} = \frac{\Delta T_{\text{sol}}}{R_{\text{th,sol}}} = \frac{\Delta T_{\text{sol}}}{\frac{Z_{\text{HQE,sol}}}{S_{\text{sol}}}} = \frac{\Delta T_{\text{sol}} S_{\text{sol}}}{Z_{\text{HQE,sol}}} = \frac{\Delta T_{\text{sol}} L l}{Z_{\text{HQE,sol}}} = \frac{(23-11) \times 50 \times 80}{4,00} = 1,2 \cdot 10^4 \text{ J}.$

2.3.2. $Q_{\text{tot}} = Q_{\text{sol}} + Q_{\text{murs}} + Q_{\text{toiture}} = 1,2 \cdot 10^4 + 9,0 \cdot 10^8 + 6,8 \cdot 10^8 = 1,6 \cdot 10^9 \text{ J}$

2.4. L'énergie libérée par le bâtiment vers l'extérieur est environ 800x plus faible que l'énergie libérée par les serveurs vers l'intérieur du bâtiment. La température va donc augmenter dans le bâtiment, jusqu'à atteindre des valeurs très élevées.

3. Valorisation de l'énergie produite par les serveurs

3.1. $S = \frac{Q_{6 \text{ mois}}}{Q_s} = \frac{1,5 \cdot 10^{14}}{50 \times 3,6 \cdot 10^6} = 8,3 \cdot 10^5 \text{ m}^2$

La valeur annoncée dans le texte introductif est inférieure à cette valeur théorique, qui ne prend pas en compte les pertes. Elle est donc réaliste.

3.2. $Q_{\text{eau}} = Q_{\text{air}} + W$

3.3. $Q_{\text{eau}} = Q_{\text{air}} + W = 5,2 \cdot 10^{11} + 1,0 \cdot 10^5 \times 3,6 \cdot 10^6 = 8,8 \cdot 10^{11} \text{ J}$

L'eau ne reçoit de l'énergie que sous forme de chaleur $\Rightarrow Q_{\text{eau}} = \Delta U_{\text{eau}} = m_{\text{eau}} C_{\text{eau}} \Delta T$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{Q_{\text{eau}}}{m_{\text{eau}} C_{\text{eau}}} = \frac{Q_{\text{eau}}}{\rho_{\text{eau}} V_{\text{eau}} C_{\text{eau}}} = \frac{Q_{\text{eau}}}{\rho_{\text{eau}} D_{\text{eau}} \Delta t C_{\text{eau}}}$$

$$\Delta T = T_c - T_f \Rightarrow T_c = T_f + \frac{Q_{\text{eau}}}{\rho_{\text{eau}} D_{\text{eau}} \Delta t C_{\text{eau}}} = 10 + \frac{8,8 \cdot 10^{11}}{1,0 \cdot 10^3 \times 2 \cdot 10^2 \times 24 \times 4185} = 54 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$54 \text{ } ^\circ\text{C} \in [50 \text{ } ^\circ\text{C} ; 65 \text{ } ^\circ\text{C}] \Rightarrow$ Le mode de chauffage à privilégier est le radiateur.