

CLASSE : Terminale

EXERCICE A : au choix du candidat (10 points)

VOIE : Générale

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ: Sciences de l'ingénieur- Partie Sciences physiques

DURÉE DE L'EXERCICE : 30 min

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui « type collège »

EXERCICE A – Valoriser la « chaleur fatale » des centres de stockage de données (10 points)

1.

un logement moyen	10 MW·h par an
N	490 GW·h par an

$$N = \frac{490 \cdot 10^9 \times 1}{10 \cdot 10^6}$$

$$N = 4,90 \cdot 10^4 \text{logements}$$

4,90. 10⁴logements pourraient être chauffés sur une année si toute la « chaleur fatale » des centres de stockage de données d'Île-de-France était valorisée.

D'ou l'intérêt de valoriser la « chaleur fatale » des centres de stockage de données.

2.

Schéma 1



Le centre de stockage de données reçoit de l'électricité qu'il utilise pour faire fonctionner les composants informatiques. Une partie de l'énergie est dissipée sous forme de chaleur : énergie thermique. Celle-ci est transférée au fluide caloporteur.

3.

Système : centre de stockage.

Lorsqu'une flèche est orientée vers le système, le système reçoit de l'énergie. Il en cède dans le cas contraire.

Ainsi le signe du transfert thermique est négatif : le système perd de l'énergie.

4.

4.1.

a. supérieure

Le fluide reçoit de l'énergie, sa température augmente.

4.2.

c. diminue

Lorsque le débit D_V augmente, le fluide est moins de temps en contact avec le centre de données et donc échange moins d'énergie : sa température diminue.

4.3.

a. augmente

Si la puissance électrique P augmente, le fluide reçoit plus d'énergie, sa température augmente.

5.

5.1.

Le débit volumique représente le volume de fluide caloporteur qui rentre ou sort de l'installation par unité de temps ; il s'exprime en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ou en $\text{L} \cdot \text{s}^{-1}$

$$D_V = \frac{V}{\Delta t}$$

Or $\rho = \frac{m}{V} : V = \frac{m}{\rho}$

et $\Delta t = t_{\text{ref}}$

$$D_V = \frac{\frac{m}{\rho}}{t_{\text{ref}}}$$

$$D_V = \frac{m}{\rho \times t_{\text{ref}}}$$

$$\frac{m}{\rho \times t_{\text{ref}}} = D_V$$

$$m = D_V \times \rho \times t_{\text{ref}}$$

5.2.

Système : centre de stockage

D'après le premier principe de la thermodynamique :

$$\Delta U = Q + W$$

D'après le texte : « L'énergie électrique reçue est supposée être totalement convertie en chaleur »

$$\Delta U = 0$$

$$Q + W = 0$$

$$Q = -W$$

$$Q = -P \times t_{\text{ref}}$$

5.3.

$$T_S = T_e + \frac{P}{D_V \rho c}$$

- $T_S > T_e$ car $\frac{P}{D_V \rho c} > 0$. En accord avec le résultat trouvé pour la question 4.1.
- Pour T_e et P constant si D_V augmente : T_S augmente. En accord avec le résultat trouvé pour la question 4.2.
- Pour T_e et D_V constant si P augmente : T_S diminue. En accord avec le résultat trouvé pour la question 4.3.

5.4.

$$T_S = T_e + \frac{P}{D_V \times \rho \times c}$$

$$T_S - T_e = \frac{P}{D_V \times \rho \times c}$$

$$(T_S - T_e) = \frac{P}{D_V \times \rho \times c}$$

$$(T_S - T_e) \times D_V \times \rho \times c = P$$

$$D_V = \frac{P}{(T_S - T_e) \times \rho \times c}$$

$$D_{\text{air}} = \frac{P}{(T_S - T_e) \times \rho_{\text{air}} \times c_{\text{air}}}$$

« Reçoit une puissance électrique de 25 MW. »

$$D_{\text{air}} = \frac{25 \cdot 10^6}{(50 - 10) \times 1,29 \times 1,01 \cdot 10^3}$$

$$D_{\text{air}} = 4,8 \cdot 10^2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$D_{\text{air}} = 4,8 \cdot 10^2 \times 10^3$$

$$D_{\text{air}} = 4,8 \cdot 10^5 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$$

« Dans le cas du refroidissement d'une des unités construites à La Courneuve par Interxion, il faut un débit $D_{\text{eau}} = 150 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$ si le fluide est de l'eau et un débit $D_{\text{Novtec}} = 345 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$ si le fluide est du Novtec™ 7500. »

Le débit d'air nécessaire est beaucoup plus important que celui de l'eau ou du fluide Novtec™ 7500.

Ce résultat s'explique car ρ_{air} est inférieur à ρ_{eau} et $\rho_{\text{Novtec 750}}$.

6.

Fluides caloporteurs	Avantages d'utilisation	Inconvénients d'utilisation
Eau	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Capacité thermique massique élevée, donc échanges thermiques plus efficaces. ➤ Débit faible 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Impossible de mettre en contact direct avec les composant électronique sans les endommager
Air	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cout nul car disponible gratuitement. ➤ Circule facilement dans les composant électronique sans les endommager 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Débit important nécessaire donc utilisation de ventilateurs puissants et consommateurs d'énergie.
Novec™ 7500	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Compatible avec la plupart des composants électroniques et peut être utilisé en contact direct pour leur refroidissement par immersion. ➤ Débit faible 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Remplacement d'une pièce électronique défectueuse difficile si celle ci baigne dans le liquide Novec™ 7500.