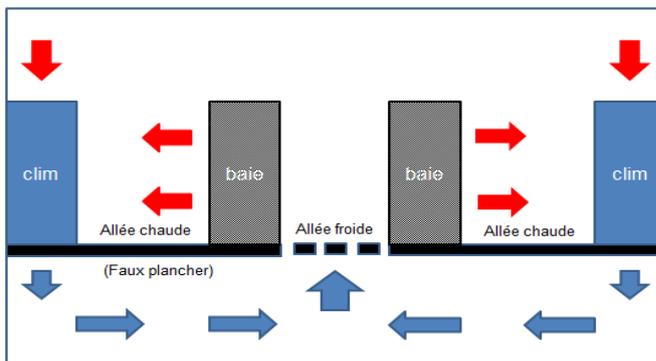


Bonjour à tous,

J'aimerais avoir votre aide pour un problème de thermodynamique. Voici le contexte : Je suis apprenti ingénieur dans un datacenter. Je veux arriver à estimer le temps maximal que l'on peut tenir avant de couper les machines (température critique des serveurs ou « ordinateurs »  $>80^{\circ}\text{C}$ ) si les climatiseurs tombaient en panne.

Petit rappel sur l'architecture :

Avant il était d'usage pour refroidir les équipements d'une salle informatique, d'installer des climatiseurs aux quatre coins de la salle et de souffler l'air frais dans le faux-plancher. Les dalles perforées permettant de faire remonter cet air frais étaient placées devant les racks (étagères qui contiennent les serveurs.) avant de refroidir au plus près les équipements informatiques. Dans ce cas on refroidissait la salle, ce qui implique des équipements froids surdimensionnés, soit une perte d'énergie énorme. (Image ci-dessous)



Aujourd'hui, on peut réaliser un confinement de l'allée froide dans un bloc sensé être « étanche ». Dans ce cas-là, étanche signifie : pas de mélange entre air chaud (allée chaude) et air froid (allée froide) cependant les climatiseurs envoient l'air froid dans l'allée froide et les serveurs expulsent l'air réchauffé dans l'allée chaude. On est donc beaucoup plus efficace pour la régulation de la température et d'un point de vue énergétique. (Image ci-dessous)

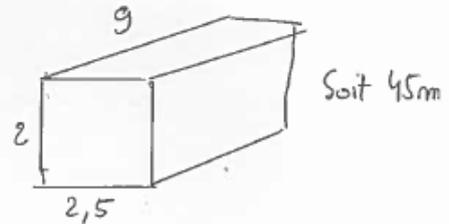
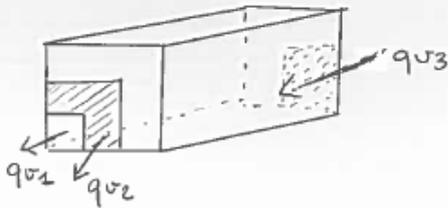


Malheureusement à cause de vieux équipements (vieilles unités centrales) posés sur des racks « étagères », il existe des infiltrations non obturées.

S1 correspond à la somme des surfaces des conduits de refroidissement de chaque serveur. S2 et S3 correspondent à la somme des surfaces des infiltrations non obturées.

Voici mon problème :

Données



$qv$ : débit volumique ( $m^3/s$ )

$$qv_1 + qv_2 = qv_3$$

$$\left[ \begin{array}{l} S_1 = 1 m^2 \rightarrow v_1 = 4 m/s \rightarrow qv_1 = 4 m^3/s \\ S_2 = 2 m^2 \rightarrow v_2 = 1 m/s \rightarrow qv_2 = 2 m^3/s \end{array} \right.$$

$$\left[ \begin{array}{l} S_3 = 3 m^2 \rightarrow v_3 = 3 m/s \rightarrow qv_3 = 6 m^3/s \end{array} \right.$$

→ les climatiseurs sont en panne. Aucun mouvement résiduel n'est présent.

→ les équipements informatiques ont une puissance de 50 kW. Il diffuse donc 50 kW de chaleur car  $\eta = 1$ .

$$T_{int0} = 20^\circ C = 293 K$$

$$T_{ext0} = T_{ext\infty} = 35^\circ C = 308 K$$

Je veux obtenir l'expression de la température à l'intérieur du cube en fonction du temps

$$T_{int}(k) = \dots + \dots$$



### 1 Définir le système

→ système ouvert, le cube

### 2 Lister les débits

$$\rightarrow qv_1 + qv_2 = qv_3$$

### 3 Lister les $\dot{F}_{ext}$

→  $\dot{W}_F$  puissance mécanique ( $\overset{\text{Watt}}{\text{J.s}^{-1}}$ )

→  $\dot{W}_U$  puissance travail ut. ( $\text{J.s}^{-1}$ )

pesanteur air = 0  
mue du bloc sur air = 0  
ventilateur des climats = 0  
ventilateur des serveurs négligé = 0  
puissance électrique serveur =  $30 \text{ kJ.s}^{-1}$  ???

→  $\dot{W}_{exp}$  puissance travail liée à la variation de volume du système | négligé = 0

### 4 Lister les échanges de chaleur

→  $\dot{Q}$  puissance chaleur échangée par le système | chaleur serveur  $50 \text{ kJ.s}^{-1}$

### 5 Variation de l'énergie cinétique

$$\rightarrow \dot{m}_1 \left( \frac{1}{2} v_1^2 \right)$$

$$\rightarrow \dot{m}_2 \left( \frac{1}{2} v_2^2 \right)$$

$$\rightarrow \dot{m}_3 \left( \frac{1}{2} v_3^2 \right)$$

entree's  
sortie

$\dot{m}$ : débit massique ( $\text{kg.s}^{-1}$ )

### 6 Premier principe thermo système ouvert

$$\frac{dE_{tot}}{dt} = \left[ \dot{m}_1 \cdot \left( h_{air} + \frac{1}{2} v_1^2 + g z_1 \right) + \dot{m}_2 \cdot \left( h_{air} + \frac{1}{2} v_2^2 + g z_2 \right) \right] - \dot{m}_3 \cdot \left( h_{air} + \frac{1}{2} v_3^2 + g z_3 \right) + \dot{W}_F + \dot{W}_U + \dot{W}_{exp} + \dot{Q}$$

$$\frac{dE_{tot}}{dt} = \left( \dot{m}_1 \cdot \frac{1}{2} v_1^2 + \dot{m}_2 \cdot \frac{1}{2} v_2^2 \right) - \dot{m}_3 \cdot \frac{1}{2} v_3^2 + \dot{Q} \quad \text{OK?}$$

$$T_{int}(K) = \dots t + \dots$$

Je veux obtenir une expression de la température en fonction du temps.

Comment obtenir cette dernière expression ?

Ne me suis-je pas trompé dans les valeurs  $W_f$ ,  $W_u$ ,  $W_{exp}$  et  $Q$  ?