

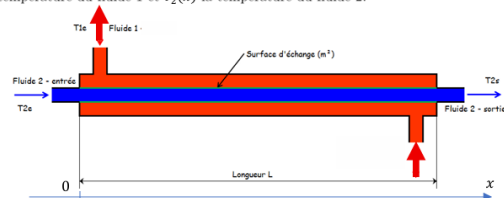
A31	niveau de maîtrise	poids compétence	note compétence	note globale
Savoir énoncer les résultats importants du cours	2	10	8,3	15,0
Connaître les hypothèses d'application des résultats	2			
Savoir appliquer directement son cours sur un exemple simple	1			
S'approprier : faire un schéma, identifier les grandeurs physiques et les hypothèses	NE	6	4,5	
Analyser : adapter l'écriture des relations, théorèmes ou principes à la situation proposée	1			
Réaliser :Savoir mener les calculs analytiques, numériques, résolutions d'équations	2			
Valider : Vérifier la pertinence du résultat obtenu (critique de la valeur et de sa dimension)	NE			
Communiquer à l'oral dans un langage courant, scientifique et approprié	1	4	2,0	
Rédiger proprement ses démarches au tableau	1			

	+	-	
ajustement			note
			15

Remarques : Bien avec un peu d'aide

Echangeur thermique à contre-courant

On considère un fluide 2 froid de débit massique D de capacité thermique massique c s'écoulant dans une conduite centrale. Un fluide 1, identique au fluide 2, s'écoule dans en sens opposé avec le même débit dans une conduite qui entoure la première, permettant ainsi des échanges thermiques entre les 2 fluides. On note $T_1(x)$ la température du fluide 1 et $T_2(x)$ la température du fluide 2.



On admet que la puissance élémentaire $dP_{1-2} = -a(T_1 - T_2)dx$ qu'échange le fluide 1 avec le fluide 2. Tout l'ensemble est calorifugé et seuls les échanges thermiques sont à prendre en considération. On néglige les variations d'énergie cinétique et potentielle

- 1) Appliquer le 1^{er} principe des systèmes en écoulement au fluide 2 entre x et $x + dx$.
- 2) Appliquer le 1^{er} principe des systèmes en écoulement au fluide 1 entre x et $x + dx$.

3) En déduire alors que :

$$\begin{cases} D_m c \frac{dT_2}{dx} = a(T_1 - T_2) \\ D_m c \frac{dT_1}{dx} = a(T_1 - T_2) \end{cases}$$

- 4) Obtenir $T_1(x)$ et $T_2(x)$

- 5) On suppose que le fluide 2 est froid et que le fluide 1 est plus chaud.

Montrer qu'il est possible que $T_2(L) > T_1(0)$?

1) $D_m c (T_2(x + dx) - T_2(x)) = a(T_1 - T_2)dx$

2) $D_m c (T_1(x) - T_1(x + dx)) = -a(T_1 - T_2)dx$

3) On obtient les équations différentielles suivantes :

$$\begin{cases} D_m c \frac{dT_2}{dx} = a(T_1 - T_2) \\ D_m c \frac{dT_1}{dx} = a(T_1 - T_2) \end{cases}$$

- 4) Pour résoudre on peut additionner et soustraire les équations :

$$\begin{cases} D_m c \frac{dT_2 - T_1}{dx} = 0 \\ D_m c \frac{dT_1 + T_2}{dx} = 2a(T_1 - T_2) \end{cases}$$

La 1^{re} équation donne : $T_2 - T_1 = T_2(0) - T_1(0)$

La 2^e équation donne $\frac{dT_1 + T_2}{dx} = -\frac{(T_2(0) - T_1(0))}{\delta}$

Soit $T_1 + T_2 = -\frac{(T_2(0) - T_1(0))}{\delta}x + T_1(0) + T_2(0)$

D'où $T_2 = \frac{(T_1(0) - T_2(0))}{2\delta}x + T_2(0)$

Et $T_1 = \frac{(T_1(0) - T_2(0))}{2\delta}x + T_1(0)$

5) $T_2(L) = \frac{(T_1(0) - T_2(0))}{2\delta}L + T_2(0) > T_1(0)$
 $L > 2\delta$

Avec ce type d'échangeur la température de sortie du liquide froid peut dépasser la température de sortie du liquide chaud

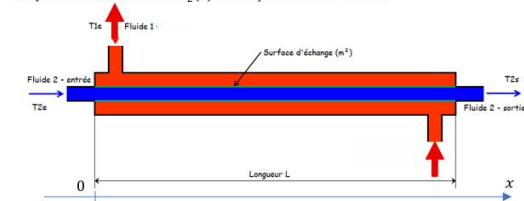
A32	niveau de maîtrise	poids compétence	note compétence	note globale
Savoir énoncer les résultats importants du cours	2	10	8,3	13,5
Connaître les hypothèses d'application des résultats	2			
Savoir appliquer directement son cours sur un exemple simple	1			
S'approprier : faire un schéma, identifier les grandeurs physiques et les hypothèses	NE	6	3,0	
Analyser : adapter l'écriture des relations, théorèmes ou principes à la situation proposée	NE			
Réaliser :Savoir mener les calculs analytiques, numériques, résolutions d'équations	1			
Valider : Vérifier la pertinence du résultat obtenu (critique de la valeur et de sa dimension)	NE			
Communiquer à l'oral dans un langage courant, scientifique et approprié	1	4	2,0	
Rédiger proprement ses démarches au tableau	1			

	+	-		
ajustement		*	note	13

Remarques : quelques étourderies dans la mise en équation

Echangeur thermique à contre-courant

On considère un fluide 2 froid de débit massique D de capacité thermique massique c s'écoulant dans une conduite centrale. Un fluide 1, identique au fluide 2, s'écoule dans en sens opposé avec le même débit dans une conduite qui entoure la première, permettant ainsi des échanges thermiques entre les 2 fluides. On note $T_1(x)$ la température du fluide 1 et $T_2(x)$ la température du fluide 2.



On admet que la puissance élémentaire $dP_{1-2} = -a(T_1 - T_2)dx$ qu'échange le fluide 1 avec le fluide 2. Tout l'ensemble est calorifugé et seuls les échanges thermiques sont à prendre en considération. On néglige les variations d'énergie cinétique et potentielle

- 1) Appliquer le 1^{er} principe des systèmes en écoulement au fluide 2 entre x et $x + dx$.
- 2) Appliquer le 1^{er} principe des systèmes en écoulement au fluide 1 entre x et $x + dx$.
- 3) En déduire alors que :
$$\begin{cases} D_m c \frac{dT_2}{dx} = a(T_1 - T_2) \\ D_m c \frac{dT_1}{dx} = a(T_1 - T_2) \end{cases}$$
- 4) Obtenir $T_1(x)$ et $T_2(x)$
- 5) On suppose que le fluide 2 est froid et que le fluide 1 est plus chaud. Montrer qu'il est possible que $T_2(L) > T_1(0)$?

- 1) $D_m c (T_2(x + dx) - T_2(x)) = a(T_1 - T_2)dx$
- 2) $D_m c (T_1(x) - T_1(x + dx)) = -a(T_1 - T_2)dx$
- 3) On obtient les équations différentielles suivantes :
$$\begin{cases} D_m c \frac{dT_2}{dx} = a(T_1 - T_2) \\ D_m c \frac{dT_1}{dx} = a(T_1 - T_2) \end{cases}$$
- 4) Pour résoudre on peut additionner et soustraire les équations :
$$\begin{cases} D_m c \frac{dT_2 - T_1}{dx} = 0 \\ D_m c \frac{dT_1 + T_2}{dx} = 2a(T_1 - T_2) \end{cases}$$

 La 1^{re} équation donne : $T_2 - T_1 = T_2(0) - T_1(0)$
 La 2^e équation donne $\frac{dT_1 + T_2}{dx} = -\frac{(T_2(0) - T_1(0))}{\delta}$
 Soit $T_1 + T_2 = -\frac{(T_2(0) - T_1(0))}{\delta}x + T_1(0) + T_2(0)$
 D'où $T_2 = \frac{(T_1(0) - T_2(0))}{2\delta}x + T_2(0)$
 Et $T_1 = \frac{(T_1(0) - T_2(0))}{2\delta}x + T_1(0)$
 5) $T_2(L) = \frac{(T_1(0) - T_2(0))}{2\delta}L + T_2(0) > T_1(0)$

$$L > 2\delta$$

Avec ce type d'échangeur la température de sortie du liquide froid peut dépasser la température de sortie du liquide chaud

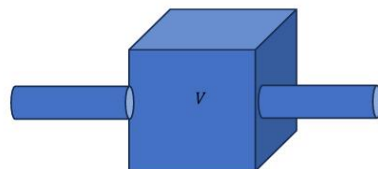
A33	niveau de maîtrise	poids compétence	note compétence	note globale
Savoir énoncer les résultats importants du cours	2	10	6,7	11,5
Connaître les hypothèses d'application des résultats	1			
Savoir appliquer directement son cours sur un exemple simple	1			
S'approprier : faire un schéma, identifier les grandeurs physiques et les hypothèses	NE	6	3,0	
Analyser : adapter l'écriture des relations, théorèmes ou principes à la situation proposée	1			
Réaliser :Savoir mener les calculs analytiques, numériques, résolutions d'équations	1			
Valider : Vérifier la pertinence du résultat obtenu (critique de la valeur et de sa dimension)	NE			
Communiquer à l'oral dans un langage courant, scientifique et approprié	1	4	2,0	
Rédiger proprement ses démarches au tableau	NE			

	+	-	
ajustement			note
			12

Remarques : sujet pas simple : mais avec de l'aide, tu as pu avancer *2 => demander un sujet intermédiaire la prochaine fois

Exercice : premier principe des systèmes en écoulement non stationnaire

On considère de l'eau (phase condensée idéale de capacité thermique massique c de masse volumique ρ) en écoulement. L'eau arrive avec un débit massique D_{me} à la température T_e dans un volume V . Dans ce volume l'eau à une température supposée uniforme et est noté T et ressort à la température T avec un débit D_{ms} . Dans toute la suite on néglige les variations d'énergie cinétique et potentielle à l'échelle macroscopique. Le réacteur est calorifugé et sans partie mobile.



- Démontrer le principe des systèmes en écoulement et montrer que $D_{ms}h_s - D_{me}h_e + \frac{dE}{dt} = 0$
- Obtenir l'équation différentielle vérifiée par $T(t)$ si $D_{me} = D_{ms}$
- Résoudre cette équation si $T(0) = T_0 < T_e$

- On considère le système fermé à t et $t + dt$:

$$\delta m_e + m_e(t) = \delta m_s + m_e(t + dt)$$

On effectue un bilan d'énergie à partir du 1^{er} principe :

$$E_{tot}(t + dt) - E_{tot}(t) = P_e v_e \delta m_e + P_s v_s \delta m_s + \delta W_l + \delta Q$$

$$\text{Avec } E(t) = E_{com}(t) + \delta m_e h_e$$

$$\text{Et } E(t + dt) = E_{com}(t + dt) + \delta m_s h_s$$

$$\text{Donc } dE_{com} + \delta m_s h_s - \delta m_e h_e = \delta W_l + \delta Q$$

$$dE_{com} + \delta m_s h_s - \delta m_e h_e = 0$$

$$D_{ms}h_s - D_{me}h_e + \frac{dE}{dt} = 0$$

- L'équation diff est : $\rho c V \frac{dT}{dt} + D_m c (T - T_e) = 0$

- Donc en posant $\tau = \frac{\rho V}{D_m}$, on a $T(t) = (T_0 - T_e)e^{-t/\tau} + T_e$