

Exercice 1 : Notion de débit

- a) Comment est défini l'intensité du courant $i(t)$ dans un fil électrique qui voit transiter une charge δq pendant l'intervalle de temps dt ?

On a une analogie possible car $i = \frac{\delta q}{dt}$

- b) On se place en régime stationnaire, on a alors invariablement toujours une même masse m qui transite par l'intervalle Δt . Quelle est l'expression du débit massique D_m ?

On a : $D_m = \frac{m}{\Delta t}$

- c) Quel est le débit massique en kg/s associé à l'écoulement mesuré par le capteur ci-contre ?

On a ici un débit volumique de 1200 L/h soit $12 \times 10^{-1} m^3/h$ et donc $12 \frac{10^{-3}}{36} m^3/s$, on a ici de l'eau donc $D_m = \frac{1}{3} kg.s^{-1}$

Exercice 2 : Applications directe du 1^{er} principe des systèmes en écoulement :

- i) Soit un frigo dont la dimension est de l'ordre du mètre et dont l'agent thermique liquide de capacité thermique massique $c \approx 1000 J.K^{-1}kg^{-1}$ s'écoule à une vitesse typique de l'ordre du $m.s^{-1}$ avec une variation de température de $20^\circ C$. Comparer $\Delta_s h$, $\Delta_s e_p$, $\Delta_s e_c$ et conclure.

On a : $\Delta_s h \gg \Delta_s e_p$, $\Delta_s h \gg \Delta_s e_c$ donc on pourra souvent écrire $\Delta_s h = w_i + q$

- ii) Parmi les applications suivantes précisez lesquelles mettent en jeu un travail indiqué w_i ou un transfert thermique q : un compresseur, les hélices d'un hélicoptère, un échangeur thermique à serpentin, les pales d'une éolienne, un condenseur à serpentin, un évaporateur à serpentin.

Compresseur : $q = 0, w_i > 0$	Echangeur thermique à serpentin : $q \neq 0, w_i = 0$
Hélices d'un hélicoptère : $q = 0, w_i > 0$	Condenseur à serpentin : $q < 0, w_i = 0$
Pales d'une éolienne : $q = 0, w_i < 0$	Evaporateur à serpentin : $q > 0, w_i = 0$

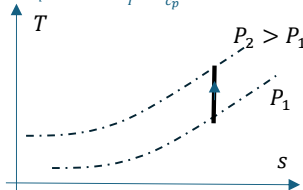
Commenté [AM1]: Les canalisations présentent souvent des sections dont les dimensions sont identiques en amont et aval du volume commun. Avec l'hypothèse d'incompressibilité $\Delta e_c \approx 0$

Attention, le cas d'une tuyère pour laquelle la géométrie permet une accélération importante du fluide et $\Delta e_c \neq 0$

Exercice 3 : Compresseur

- i) On considère la compression adiabatique, réversible d'un gaz parfait de la pression P_1 à la pression P_2 . Dans un diagramme $T(s)$ représenter l'allure des deux isobares ainsi que la courbe représentant la compression.

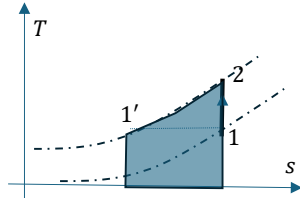
On a $dh = Tds + vdp = c_p dT$ donc $Tds = c_p dT$ donc $\frac{dT}{T} = \frac{ds}{c_p}$ soit : $T = T_0 \exp\left(\frac{s-s_0}{c_p}\right)$ donc on a une courbe croissante.



On a alors une transformation isentropique : $\Delta_s s = 0$

- ii) On néglige ici la viscosité du fluide. Montrer qu'il est possible d'apprécier graphiquement le travail indiqué sur le diagramme $T(s)$. On néglige $\Delta_s e_p$ et $\Delta_s e_c$

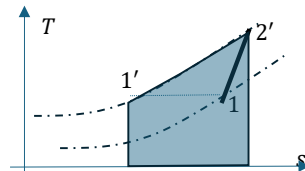
On a $\Delta_s h = h_2 - h_1 = w_i = h_2 - h'_1 = \int_{1'}^2 T ds$ car entre 1' et 2 la situation est isobare : $dh = T ds + v dP = T ds$



- iii) On prend en compte la viscosité du fluide et donc une source d'irréversibilité. Montrer qu'il est possible d'apprécier graphiquement le travail indiqué sur le diagramme $T(s)$ et conclure.

La transformation n'est plus isentropique donc : $\Delta_s s = s_c > 0$

On a $\Delta_s h = h_{2'} - h_1 = w_i = h_{2'} - h_{1'} = \int_{1'}^{2'} T ds$



On a logiquement une aire plus grande car le travail de compression consiste à comprimer et à s'opposer aux frottements.

Commenté [AM2]: Cas idéal : compression adiabatique réversible
 $dh = \delta w_{ideal}$
 $w_{i,ideal} = \int_{1'}^2 (T ds)$
 Cas réel :
 $dh = \delta w_i$
 $w_{i,réel} = \int_{1'}^{2'} dh$
 $w_{i,réel} = \int_{1'}^2 dh + \int_2^{2'} dh$
 $w_{i,réel} = \int_{1'}^2 (T ds) + \int_2^{2'} (T ds)$
 $w_{i,réel} = w_{i,ideal} + \int_2^{2'} (T ds)$
 $\int_2^{2'} (T ds)$ représente les effet visqueux