

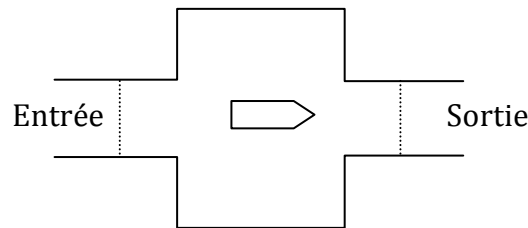
## COMPLEMENT : PREMIER PRINCIPE

### POUR UN SYSTEME EN ECOULEMENT

Dans les machines industrielles, le fluide est en écoulement, en général sous l'effet d'une différence de pression. Le travail des forces de pression associé, appelé parfois **travail d'écoulement**, n'est pas récupérable.

Si l'on s'intéresse au travail récupérable, appelé parfois **travail utile**, on doit considérer le premier principe associé à un système ouvert.

On considère le schéma suivant symbolisant un organe de machine industrielle ( tuyère, compresseur, détenteur, ...) à travers lequel transite le fluide :



Les grandeurs à l'entrée du système sont indicées 1 :

$u_1$  : énergie interne massique

$v_1$  : volume massique

$e_{c1}$  : énergie cinétique massique ;

$T_1$  : température

$P_1$  : pression

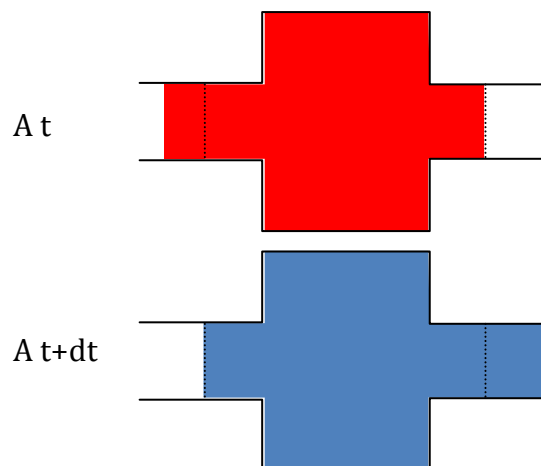
Les mêmes grandeurs à la sortie seront indicées 2 .

A l'intérieur de l'organe considéré, le fluide échange un travail massique noté  $w_u$  et un transfert thermique massique noté  $q$ .

Nous nous plaçons en régime stationnaire : les grandeurs sont indépendantes du temps.

On considère le **système fermé** constitué, à l'instant  $t$ , par le fluide contenu dans le volume  $V$  et la masse  $dm_1$  qui y pénétrera pendant le temps  $dt$ .

A l'instant  $t + dt$ , le même système est formé du fluide contenu dans  $V$  et de la masse  $dm_2$  sortie pendant le temps  $dt$ .



**Bilan de masse :**

Le système étant fermé, on a  $m(t) = m(t+dt)$   
 Soit :  $dm_1 + m_{\text{dans}V}(t) = dm_2 + m_{\text{dans}V}(t+dt)$   
 Or  $m_{\text{dans}V}(t) = m_{\text{dans}V}(t+dt)$  car le système est stationnaire,  
 Donc  $dm_1 = dm_2 = dm$ .

**Bilan d'énergie interne ( = premier principe de la thermodynamique ) :**

$$dU + dE_c = \delta W + \delta Q$$

$$dU = U(t+dt) - U(t) = dm \cdot u_2 + U_{\text{dans}V}(t+dt) - U_{\text{dans}V}(t) - dm \cdot u_1 = dm (u_2 - u_1).$$

$$\text{De même } dE_c = dm (e_{c2} - e_{c1})$$

On peut distinguer trois formes de travaux intervenant pendant dt :

- Un éventuel travail des forces dérivant d'une énergie potentielle ( ex : poids ) , qui se met sous la forme :

$$\delta W_1 = - dE_p = -dm (e_{p2} - e_{p1}).$$

- Un éventuel travail spécifique échangé par le fluide dans V, du à des parties mobiles :

$$\delta W_2 = w_u \cdot dm$$

- le travail des forces de pression à l'entrée et à la sortie.

$$\delta W_3 = -P_1(0 - v_1 \cdot dm) - P_2(v_2 \cdot dm - 0) = dm (P_1 v_1 - P_2 v_2).$$

Le transfert thermique échangé s'écrit :  $\delta Q = q \cdot dm$

Le premier principe s'écrit donc :

$$dm (u_2 - u_1) + dm (e_{c2} - e_{c1}) = -dm (e_{p2} - e_{p1}) + dm (P_1 v_1 - P_2 v_2) + w_u \cdot dm + q \cdot dm$$

$$dm (u_2 + P_2 v_2 - u_1 - P_1 v_1) + dm (e_{c2} + e_{p2} - e_{c1} - e_{p1}) = w_u \cdot dm + q \cdot dm$$

$$h_2 - h_1 + e_{m2} - e_{m1} = w_u + q$$

premier principe (massique) des systèmes en écoulement