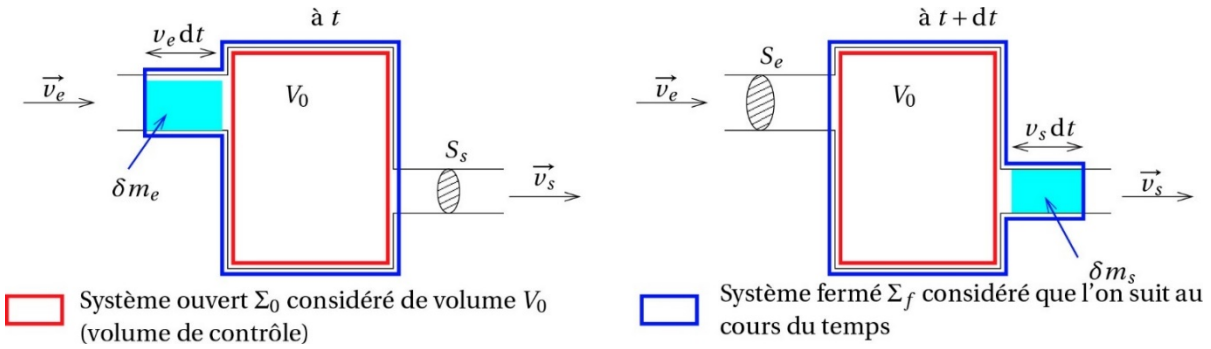
MF4 – Bilans macroscopiques

4.3.4 - Bilans macroscopiques		
Bilans de masse.	Établir un bilan de masse en raisonnant sur un système ouvert et fixe ou sur un système fermé et mobile.	Partie qui pose souvent des problèmes aux candidats car ils ne font pas de schémas explicites ou ne posent pas bien les bilans
Bilans de quantité de mouvement ou d'énergie cinétique pour un écoulement stationnaire unidimensionnel à une entrée et une sortie.	Associer un système fermé à un système ouvert pour faire un bilan. Utiliser le théorème de la quantité de mouvement et le théorème de l'énergie cinétique pour réaliser un bilan. Exploiter la nullité (admise) de la puissance des forces intérieures dans un écoulement parfait et incompressible.	

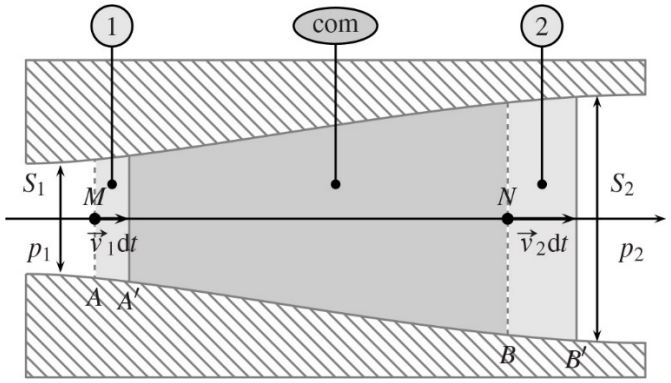
I – Bilan de masse
I-1) Système fermé mobile
I-2) Système ouvert fixe
I-3) Équation de conservation de la masse.
II – Bilan de quantité de mouvement
II-1) Principe de la méthode
II-2) Conduite de section variable
II-3) Ecoulement de Poiseuille
II-4) Action d'un jet cylindrique sur une plaque
a) Surface de contrôle qui n'englobe pas la plaque
b) La surface de contrôle inclut la plaque
III – Bilans d'énergie cinétique
III-1) Principe
III-2) Écoulement parfait et incompressible
III-3) Equation de Bernoulli
III-4) Lien avec le premier principe de la thermodynamique
III-5) Escalator
III-6) Pompe hydraulique

I – Bilan de masse

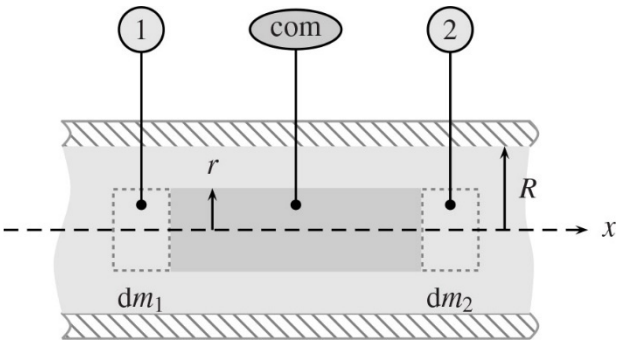
I-1) Système fermé mobile



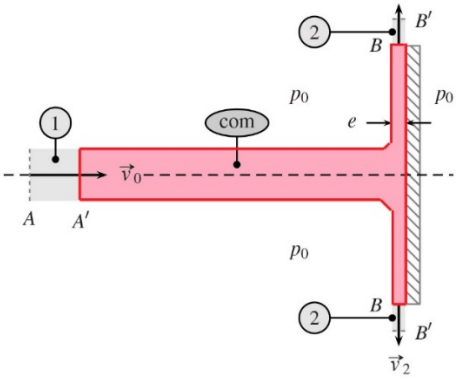
II-2) Conduite de section variable

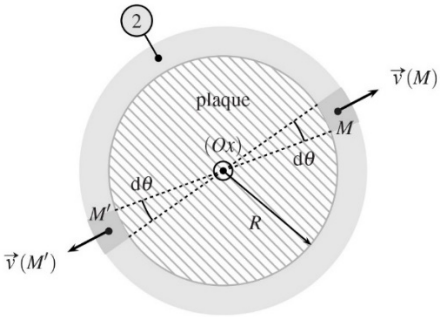


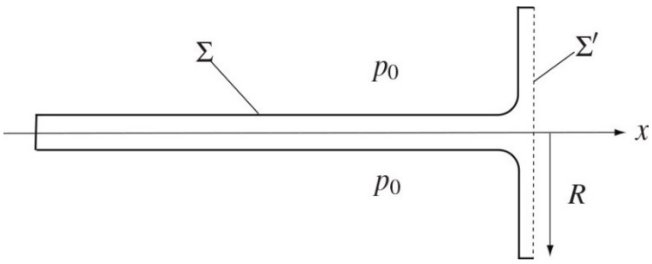
II-3) Ecoulement de Poiseuille

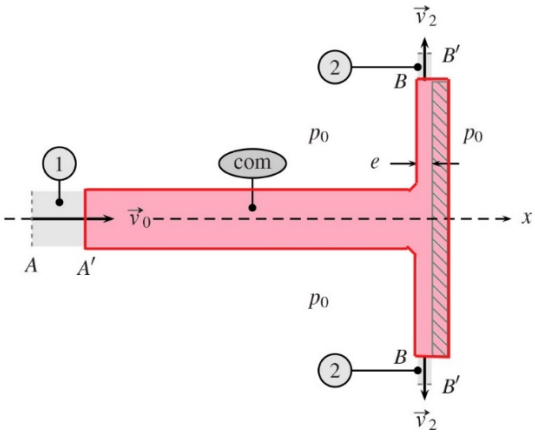


II-4) Action d'un jet cylindrique sur une plaque









III – Bilans d'énergie cinétique

III-1) Principe

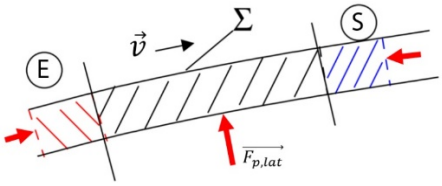
On reprend le système fermé précédent, étudié dans le référentiel R. À l'instant t, son énergie cinétique dans R est $E_c(t)$, somme des énergies cinétiques de toutes les particules de fluide et des solides éventuels qui le composent. À l'instant t+dt, son énergie cinétique est $E_c(t+dt)$.

$$\begin{cases} E_c(t) = E_{c_{\Sigma_0}}(t) + \frac{1}{2}\delta m_e v_e^2 \\ E_c(t+dt) = E_{c_{\Sigma_0}}(t+dt) + \frac{1}{2}\delta m_s v_s^2 \end{cases}$$

D'où :

$$\frac{dE_c}{dt} = \frac{dE_{c_{\Sigma_0}}}{dt} + \frac{1}{2}D_{ms}v_s^2 - \frac{1}{2}D_{me}v_e^2 = P_{int} + P_{ext}$$

III-2) Écoulement parfait et incompressible

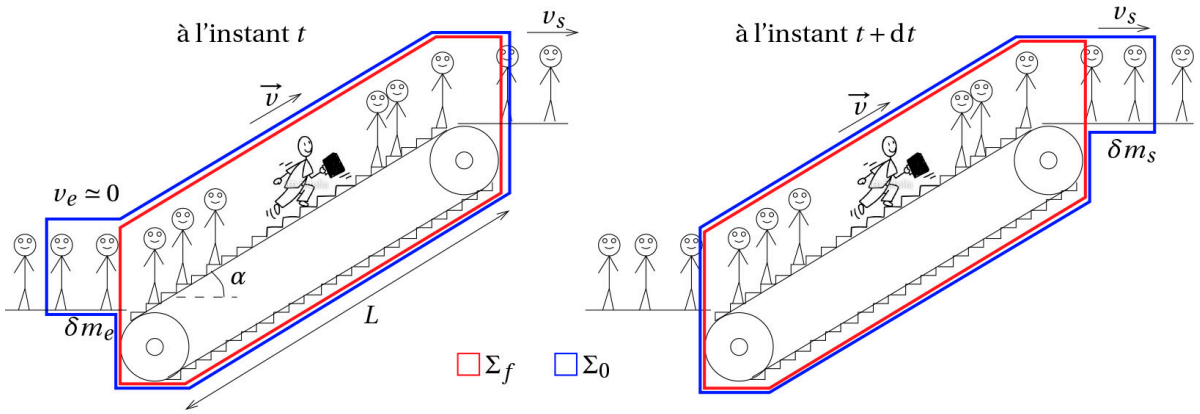


Pour un fluide homogène : $\mu = \frac{1}{v_s} = \frac{1}{v_e}$

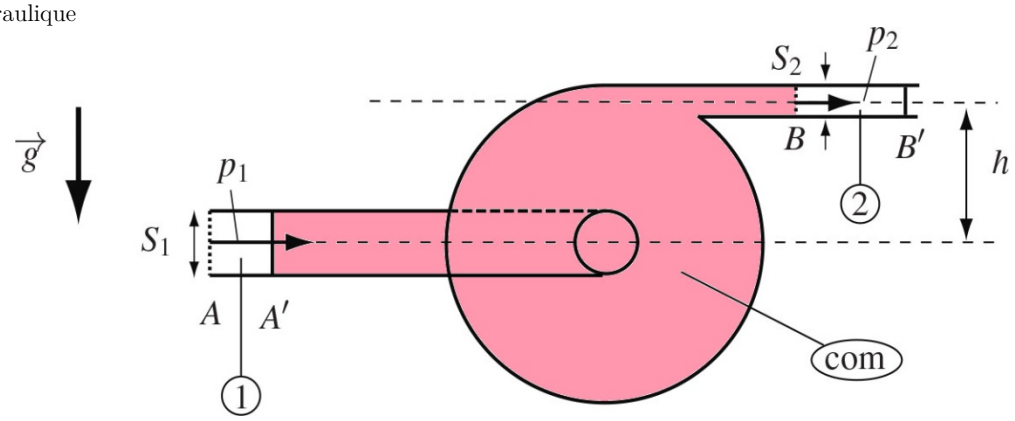
$$\Rightarrow D_m \Delta\left(\frac{p}{\mu} + \frac{v^2}{2} + gz\right) = P_{utile}$$

III-5) Escalator

Un escalator de longueur L = 30m, incliné d'un angle α=30° avance à la vitesse $v = 5\ km\,h^{-1}$ et permet à 50 personnes par minute (de masse moyenne 70 kg) de gravir un étage d'un magasin. On admet que les personnes transportées arrivent avec une vitesse négligeable sur le tapis roulant. Quelle est la puissance minimale du moteur de l'escalator ?



III-6) Pompe hydraulique



On considère la pompe ci-dessus. On note D_v le débit volumique, l'écoulement est supposé parfait, permanent et incompressible de masse volumique μ. Quelle puissance mécanique P_m faut-il fournir à la pompe sachant que son rendement est de r=80% ?

Données numériques :

$$\begin{cases} p_2 = 0{,}7bar\ ,\ \ p_1 = 0{,}3bar \\ h = 1{,}2m\ , \qquad S_1 = 0{,}07m^2\ , \qquad S_2 = 0{,}03m^2 \\ D_v = 150L.s^{-1} \end{cases}$$