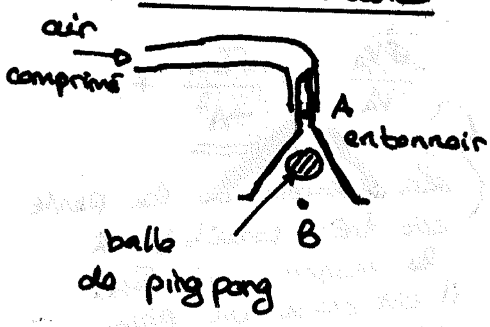
Niels
Mathilde

MP03 : Dynamique des fluides

Biblio :
- Huler, guyon
- Quaranta, mécanique
-
-

I Fluides parfaits, relation de Bernoulli

① Mise en évidence

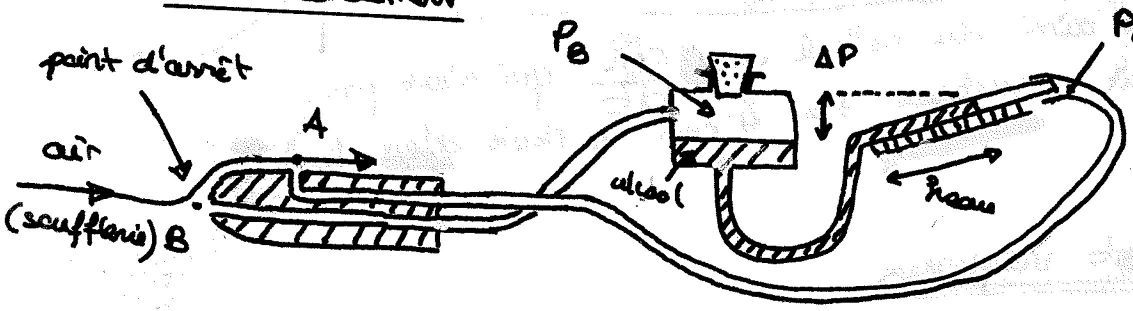


- Conservation du débit : $V_A S_A = V_B S_B$
- R. de B : $P_B + \frac{1}{2}\rho V_B^2 = P_A + \frac{1}{2}\rho V_A^2$

$\Rightarrow S_A < S_B \Rightarrow V_A > V_B \Rightarrow \boxed{P_A < P_B}$

$\Rightarrow$ si la ≠ est suffisante, le poids de la balle est battu !!

② Application à la mesure de la vitesse d'un écoulement



$P_B = P_A + \frac{1}{2}\rho V_A^2$

$\Rightarrow V_A = \left(\frac{2\,\Delta P}{\rho_{air}}\right)^{1/2}$

- Sur l'appareil, la graduation indique une différence de pression équivalente en millimètre d'eau

$\Rightarrow$ $\boxed{V_A = \sqrt{\frac{2\rho_{eau} g h_{eau}}{\rho_{air}}}}$ $\quad (\rho_{air} = 1{,}3\ kg/m^3)$

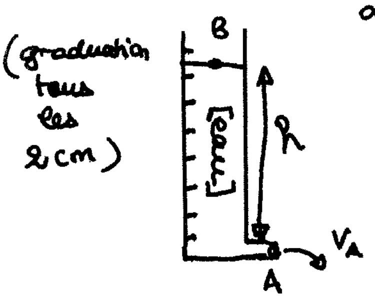
(• l'utilisation de l'alcool peut être liée au fait que celui-ci mouille mieux les parois du tube que l'eau ...)

- On compare la vitesse donnée par un anémomètre avec celle donnée par cette formule :

$V_{anémomètre}$	$h_{eau} \rightarrow V_{Bernoulli}$	
⋮	⋮	⋮

$\left(\frac{\delta V_B}{V_B} \simeq \frac{1}{2}\frac{\delta h_{eau}}{h_{eau}}\right)$

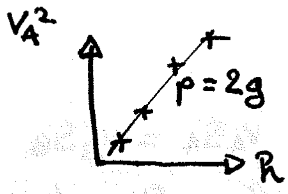
③ Vidange d'un réservoir



on a $P_B = P_A = P_{atm}$

$$\Rightarrow \begin{cases} \cancel{P_B} + \frac{1}{2}\rho V_B^2 + \rho g h = \cancel{P_A} + \frac{1}{2}\rho V_A^2 + \cancel{\rho g 0} \\ V_A S_A = V_B S_B \quad \text{et} \quad S_B \gg S_A \end{cases}$$

$\Rightarrow$ à l'ordre 2 en $\frac{S_A}{S_B}$: $\boxed{V_A \simeq \sqrt{2gh}}$



$\Leftarrow$

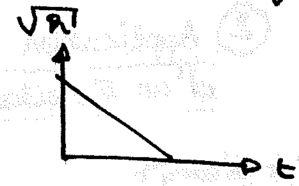
t	$h(t)$	$V_A = -\frac{S_B}{S_A}\frac{dh}{dt}$
⋮	⋮	⋮

(La mesure de la pente est très sensible à la mesure de S_A. il est donc un peu difficile de retrouver $2g = p$)

- Suggestion des correcteurs :

en intégrant $-\frac{S_B}{S_A}\frac{dh}{dt} = \sqrt{2gh}$

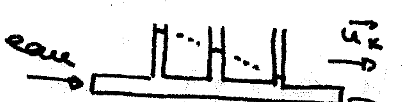
$$\Rightarrow \boxed{\sqrt{h(t)} = -\frac{S_A}{S_B}\sqrt{\frac{g}{2}}\,t + \sqrt{h(0)}} \Rightarrow$$



(On s'affranchit ainsi du calcul de $\frac{dh}{dt}$ qui n'est pas généralement fait, surtout sur 4 cm de chute d'eau !!)

II Écoulement visqueux

① Mise en évidence : perte de charge



(Pour un fluide parfait, on ne devrait pas avoir de chute de pression)

observation : $\frac{\partial P}{\partial x} = $ cste

Correcteurs : • remplacer ce § par l'écoulement réversible, ce qui permet d'introduire le Re et d'en faire une estimation (Du coup, supprimer cette observation de la perte de charge que l'on a aussi dans Poiseuille)

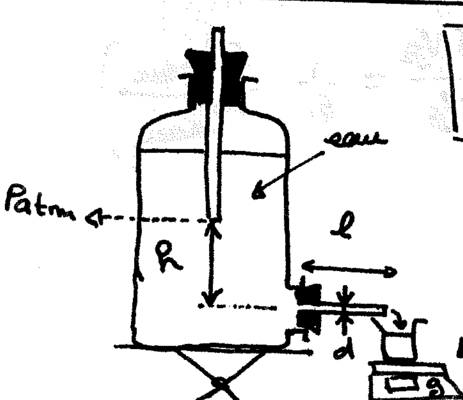
• Et du coup aussi, intervertir le ② avec le ③

Car pour Poiseuille, ça marche aussi pour des Re pas forcément $\ll 1$ (le PB impose pour nature $\vec{v}\cdot\vec{\text{grad}}\,\vec{v} = 0$)

② Écoulement de Poiseuille

$$\boxed{D_v = \frac{\pi \Delta P\, d^4}{128\,\eta\, \ell}}$$

avec $\underline{\underline{\Delta P = \rho g h \text{ constant}}}$

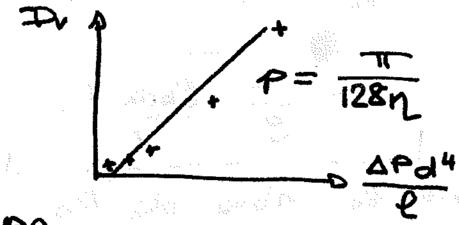


mesure de $D_m = \frac{\Delta m}{\Delta t}$

$$\Rightarrow \boxed{D_v = \frac{1}{\rho}\frac{\Delta m}{\Delta t}}$$

On peut ainsi étudier ≠ tubes capillaires

d	ℓ	Dv
⋮	⋮	⋮



On trouve : $\eta \simeq 3.10^{-3}$ Pℓ
(3 fois supérieur à la valeur attendue)

⚠ En fait, seul le 1er capillaire ($\phi = 0,5$ mm) donne $\eta \simeq 0,8.10^{-3}$ Pℓ ce qui colle plus...

⇒ Cela est dû à longueur d'entrée dans le tube (longueur sur laquelle le profil de Poiseuille s'est établi)

Elle s'estime ainsi :

$$\ell_e = \tau_{diffusion} \cdot U_{caractéristique} \quad \left(U_{car} \simeq \frac{Dv}{d^2}\right)$$

avec $\tau_{diff} \simeq \frac{d^2}{\nu}$ (en considérant des odg sur $\rho \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = \eta \Delta \vec{v}$)

⇒ $\boxed{\ell_{entrée} \simeq \frac{U d^2}{\nu}}$ à comparer à la longueur du capillaire !

ie il faut $\boxed{\ell_{cap.} \gg \ell_{entrée}}$

ce qui n'était pas le cas pour les autres tubes !! ($\phi \geqslant 1$ mm)

Donc si on veut à tout prix tracer une droite ici, il faut le faire uniquement sur $\phi = 5$ mm et en faisant varier ΔP seulement

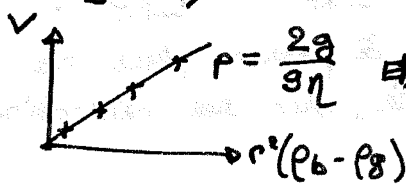
③ Loi de Stokes

⇒ chute de billes de 3 ≠ ϕ dans de la glycérine

- $\boxed{V_{lim} = \frac{2 r^2 (\rho_{bille} - \rho_{gly}) g}{9\eta}}$ (ρ_{bille} n'est pas le m̂ pour chaque bille ...)
- pour chaque ϕ de bille, 5 mesures de V_{lim}

$r^2(\rho_{bille} - \rho_{gly})$	$\overline{V_{lim}} \pm \Delta V_{lim}$
⋮	⋮

$$\left(\Delta V_{lim} = \frac{\sum_1^5 (\bar{v} - V_{lim})}{5}\right)$$



⇒ $\boxed{\eta = ... \pm ...}$

- On peut après coup vérifier que le τ d'établissement de V_{lim} était très court pour chaque ϕ :

$$\boxed{\tau = \frac{2}{9}\frac{\rho_{bille}\, r^2}{\eta}}$$

- Estimer également le nbre de Re pour justifier que l'équation de l'écoulement pouvait s'affranchir du terme non linéaire $\boxed{\vec{v}\,\vec{grad}\,\vec{v}}$

④ <u>Écoulement réversible à bas nbre de Re</u>

le truc du cylindre avec la glycérine
⊕ explications dans le Hulin, Guyon
là j'ai un peu la flemme, désolé !

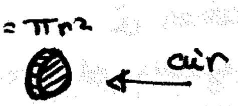
III Écoulement à haut nombre de Re, régime turbulent

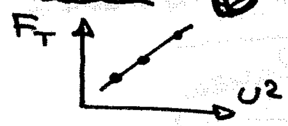
⇒ <u>Étude ~~de~~ la force de traînée subie par un obstacle (soufflerie)</u>

$$\boxed{F_t = \rho S U^2 C}$$

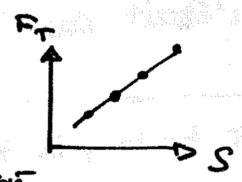
section droite ; vitesse ; coefficient de traînée

- <u>pour un obstacle donné</u> :

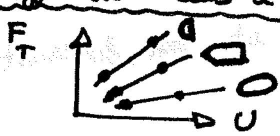


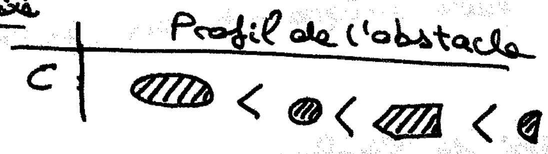


- <u>pour une même forme géométrique à U fixé</u>



- <u>pour une géométrie différente mais à S fixé</u>





(Peut être dire que pour $U_{min} \simeq 6\,m.s^{-1}$ avec la soufflerie, $Re_{(min)} \simeq 4.10^3$, nbre de Re pour lequel C = constant)

Conclusion bon... heu...

Le temps a un peu manqué ! peut être qu'il faut faire un choix entre I② et I③. Ou simplement le fait de supprimer II① suffit à passer plus de temps sur la notion de longueur d'entrée, sur son estimation et sur l'estimation des nbres de Re ...