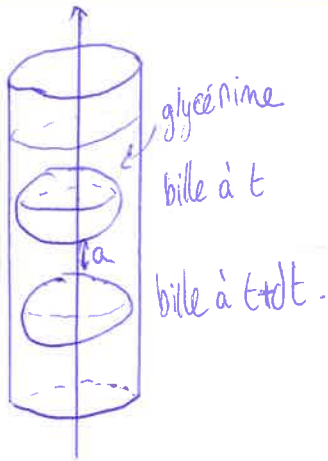


TD 13 exercice I:

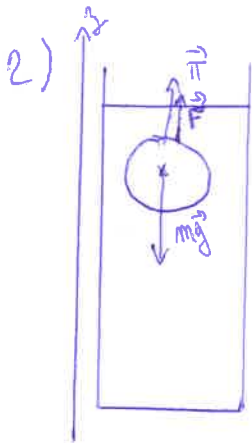
Groupe 1



1) $v = \frac{a}{\Delta t}$ avec $a = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$.

$\Delta t (\text{s})$	8,44	8,49	8,45	8,52	8,80	8,67
$v (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	$2,37 \cdot 10^{-3}$	$2,36 \cdot 10^{-3}$	$2,37 \cdot 10^{-3}$	$2,35 \cdot 10^{-3}$	$2,27 \cdot 10^{-3}$	$2,31 \cdot 10^{-3}$

on trouve $v_{\text{moy}} = 2,34 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$



Forces s'exerçant sur le système {bille}.

* $m\vec{g} = -\rho_B \frac{4}{3} \pi r^3 \cdot g \vec{u}_z$

* $\vec{\pi} = +\frac{4}{3} \pi r^3 (0,9 \rho_{\text{gly}} + 0,1 \rho_{\text{eau}}) g \vec{u}_z$

* $\vec{F} = +6 \pi \eta r v \vec{u}_z$

on applique le principe fondamental de la dynamique au système {bille}:

homogénéité vectorielle

$+ m_B \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{g} + \vec{\pi} + \vec{F} \quad \text{sur } O_z \quad \frac{4}{3} \pi r^3 (-\rho_B + 0,9 \rho_{\text{gly}} + 0,1 \rho_{\text{eau}}) + 6 \pi \eta r v = -m \frac{dv}{dt}$

ainsi: $\vec{v} + \frac{6 \eta}{2 \rho_B r^2} v = g \left(1 - \frac{0,9 \rho_{\text{gly}} + 0,1 \rho_{\text{eau}}}{\rho_B} \right) \quad (\text{d'op } \vec{v} = -v \vec{u}_z)$

ainsi: $v_{\text{lim}} = \frac{2 \rho_B r^2 g}{9 \eta} \left(1 - \frac{0,9 \rho_{\text{gly}} + 0,1 \rho_{\text{eau}}}{\rho_B} \right) = v_{\text{moy}}$

la solution particulière constante de l'équation différentielle.

3) $\eta = \frac{2 \rho_B r^2 g}{9 v_{\text{moy}}} \left(1 - \frac{0,9 \rho_{\text{gly}} + 0,1 \rho_{\text{eau}}}{\rho_B} \right)$

AN: $\eta = \frac{2 \cdot 7,8 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot \left(\frac{0,525}{2} \right)^2}{9 \cdot 2,34 \cdot 10^{-3}} \left(1 - \frac{0,9 \cdot 1,26 \cdot 10^3 + 0,1 \cdot 1000}{7,78 \cdot 10^3} \right)$

$\eta = 0,42 \text{ Pl}$

B

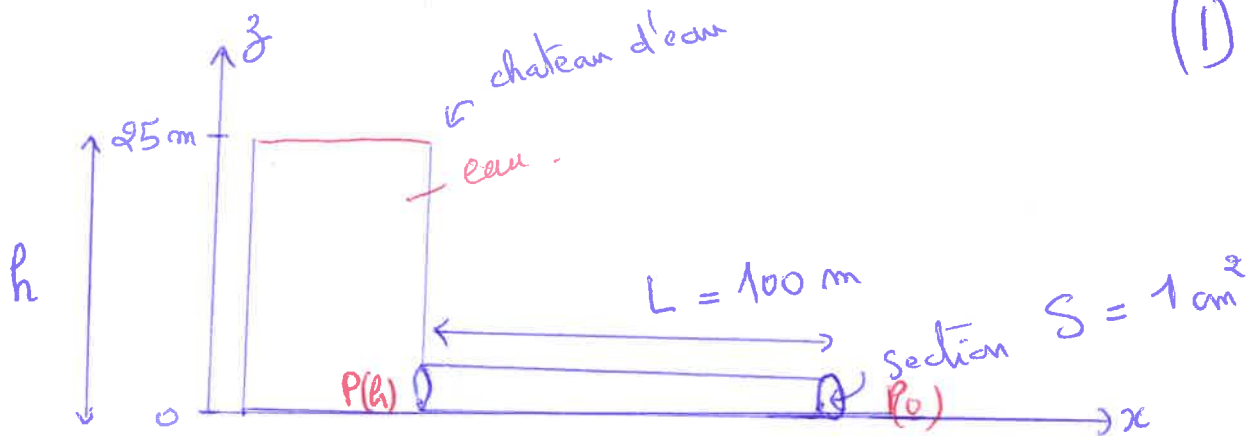
$$\begin{aligned}
 4) \quad R &= \frac{\rho v_{\text{max}} L}{\eta} = \frac{(0,9 \rho_{\text{gly}} + 0,1 \rho_{\text{eau}}) v_{\text{max}} (2r)}{\eta} \\
 &= \frac{(0,9 \cdot 1260 \cdot 10^3 + 0,1 \cdot 10^3) \times 2,34 \cdot 10^{-3} \times 0,525 \cdot 10^{-3}}{0,42} \\
 &= 3,6 \cdot 10^{-3} < 2 \cdot 10^3
 \end{aligned}$$

d'écoulement est bien laminaire, la condition d'application de la loi de Stokes est donc bien vérifiée.

TB

Exercice II : TD 13

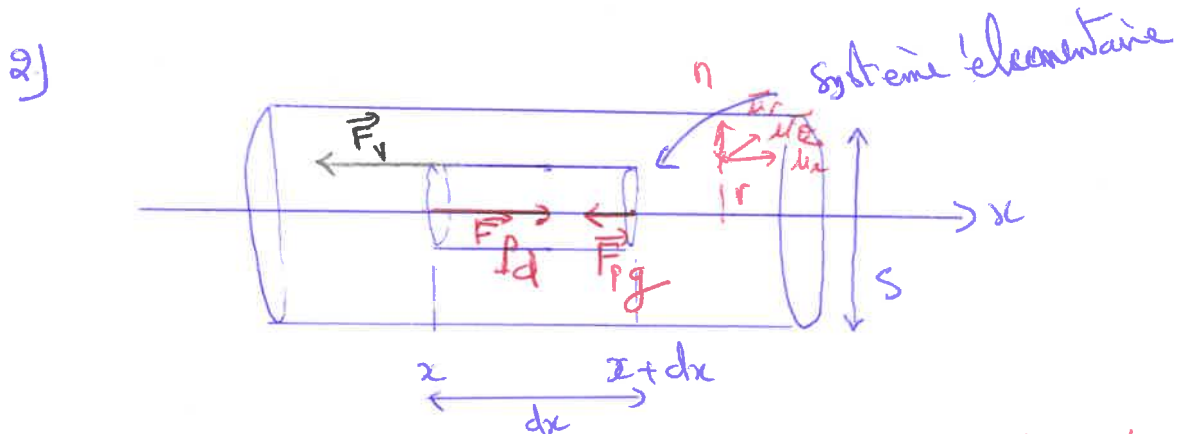
GROUPE 3



1) Partant de la loi fondamentale de la statique,

$$on a : P(z) = P^0 + \rho_{eau} g h$$

AN $P(h) - P_0$
 $= 10^3 \times 9.8 \times 25$
 $\approx 2,5 \text{ bar}$



• Système élémentaire

• Bilan des forces :

$$* \vec{F}_v = \rho S_L \frac{dv}{dx} \vec{u}_x$$

$$* \vec{F}_{pd} = P(x) ds \vec{u}_x$$

$$* \vec{F}_{pg} = -P(x+dx) ds \vec{u}_x$$

$$IPD : \vec{F}_v + \vec{F}_{pd} + \vec{F}_{pg} = m \vec{a} \quad (1)$$

↳ appliqué au système élémentaire

hypothèse $\vec{v}(x,t) = \vec{v}(r)$
 écoulement stationnaire

$$\vec{v}(r) = v(x,r,\theta) \vec{u}_x$$

→ invariance par rotation
 d'angle θ de la conduite
 $v(x,r,\theta)$ est indépendant de θ

→ écoulement incompressible
 $\text{div} \vec{v} = 0 \Rightarrow \frac{\partial v}{\partial x} = 0$

$$\vec{v}(r) = v(r) \vec{u}_x$$

(2)

or $\vec{a} = \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \vec{\text{grad}}) \vec{v}$
 $\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = 0 \rightarrow$ car ~~seul~~ (mouvement rectiligne uniforme)
 écoulement supposé stationnaire

$$\vec{a} = (\vec{v} \cdot \vec{\text{grad}}) \vec{v} = \left(v(r) \frac{\partial}{\partial x} \right) v(r) \vec{u}_x$$

$$= \vec{0}$$

Donc, (1) $\Leftrightarrow \int_0^{2\pi} \int_0^R \eta \times 2\pi r \, dx \, \frac{dv}{dr} \vec{u}_x + (P(x) - P(x+dx)) ds \vec{u}_x = \vec{0}$

Suivant (2) : $\Leftrightarrow 2\pi r \eta \, dx \, \frac{dv}{dr} - \pi r^2 \frac{dp}{dx} \, dx = 0$

$$\Leftrightarrow \frac{dp}{dx} = \frac{2\eta}{r} \frac{dv}{dr} = K = \frac{P(0) - P(L)}{0 - L}$$

$$\Leftrightarrow \frac{dv}{dr} = \frac{rK}{2\eta}$$

$$\Leftrightarrow dv = \frac{rK}{2\eta} \, dr$$

$$\Leftrightarrow v(r) = \frac{K}{2\eta} \int r \, dr$$

$$\Leftrightarrow v(r) = \frac{K}{2\eta} \times \frac{1}{2} r^2 + A$$

Or quand $r = R$, $v(R) = 0$ donc $A = -\frac{1}{4} \frac{KR^2}{\eta}$

Condition d'adhérence
fluide solide

Donc $v(r) = \frac{1}{4} \frac{K}{\eta} r^2 - \frac{1}{4} \frac{K}{\eta} R^2$

(3)

• De plus: $\Phi_v = \iint \vec{v} \cdot d\vec{S}$ avec $d\vec{S} = r dr d\theta \vec{u}_x$

$$\begin{aligned} \Phi_v &= \iint v(r) \vec{u}_x \cdot S \vec{u}_x = \iint \frac{K}{4\eta} (r^2 - R^2) r dr d\theta \\ &= \frac{K}{4\eta} \left(\int_0^{2\pi} d\theta \right) \left[\int_0^R r^3 dr - \left(R^2 \int_0^R r dr \right) \right] \\ &= \frac{K}{4\eta} \times (2\pi) \times \left[\left[\frac{1}{4} r^4 \right]_0^R - R^2 \left[\frac{1}{2} r^2 \right]_0^R \right] \\ &= \frac{2\pi K}{4\eta} \times \left(\frac{1}{4} R^4 - \frac{1}{2} R^4 \right) \\ &= \frac{\pi K}{2\eta} R^4 \left(\frac{1-2}{4} \right) = -\frac{\pi R^4 K}{8\eta} \end{aligned}$$

$$\Phi_v = (-\pi R^4 K) / 8\eta > 0 \text{ car } K < 0$$

• Donc

$$R_H = \frac{P(0) - P(L)}{\Phi_v}$$

$$= (P(0) - P(L)) \times \left(\frac{-8\eta}{\pi R^4 K} \right)$$

$$\text{or } K = \frac{P(0) - P(L)}{-L}$$

$$\text{Donc } R_H = (P(0) - P(L)) \times \left(\frac{-8\eta}{\pi R^4} \times \frac{-L}{(P(0) - P(L))} \right)$$

$$\frac{8\eta L \pi}{S^2}$$

$$R_H = \frac{8\eta L}{\pi R^4}$$

B ! $\underline{AN}$ $R_H = \frac{8 \times 10^{-3} \times 100 \times \pi}{10^{-8}}$
 $R_H = 2,5 \cdot 10^8 \text{ SI}$

$$3) D_{mm} = \frac{P(4) - P^0}{R_H} = \frac{\mu_{eau} g h}{8 \eta L} \times \pi R^4 \quad (4)$$

$$2R = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{10^{-4}}{\pi}} = 5,64 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$AN: D_{mom} = \frac{10^3 \times 9,81 \times 25}{8 \times 10^{-3} \times 100} \times \pi \times (5,64 \cdot 10^{-3})^4$$

$$D_{mom} = 9,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 0,98 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$$

$\approx 1 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$

$$4) R = \frac{\mu_{eau} \times U \times D}{\eta} = \frac{\mu_{eau} \times \frac{D_{mom}}{S} \times 2R}{\eta}$$

$$R = \frac{2 \mu_{eau} D_{mom} R}{\eta \times S} = \frac{2 \times 10^3 \times 9,8 \cdot 10^{-4} \times 5,64 \cdot 10^{-3}}{10^{-3} \times 10^{-4}}$$

$$R = 1,1 \cdot 10^5 > 2000 \rightarrow$$

le modèle établi précédemment pour R_H n'est pas valable.
 → régime non laminaire.
 → régime turbulent. ✓

$$5) D_{réel} = \frac{1}{10} D_{mom} = \frac{0,98}{10} = 0,098 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$$

Donc

$$R_{réel} = \frac{\mu_{eau} \times U_{réel} \times D}{\eta} = \frac{\mu_{eau} \times D_{réel} \times D}{S \times \eta}$$

$$AN: R_{réel} = \frac{10^3 \times 0,098 \times 2 \times 5,64 \cdot 10^{-3}}{10^{-7}}$$

$$R_{réel} = 1,13 \cdot 10^4 \rightarrow \text{régime turbulent.} \quad \underline{\quad}$$

On lit sur le diagramme pour :

$$R = 1,13 \cdot 10^4 \text{ et } f = 0,055 \text{ (zone turbulent)} \quad (5)$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = 0,005 \text{ donc } \varepsilon = 0,005 \times 2 \times 5,64 \cdot 10^{-3}$$

à peu près

$$\varepsilon = 5,64 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

$$\text{Soit } \boxed{\varepsilon = 0,056 \text{ mm}} \quad \checkmark$$

5) Dans les vieilles installations, les tuyaux se dégradent : rouille, dépôt de calcaire, corrosion. Cela augmente la rugosité $\rightarrow$ Débit diminue. v

FIN

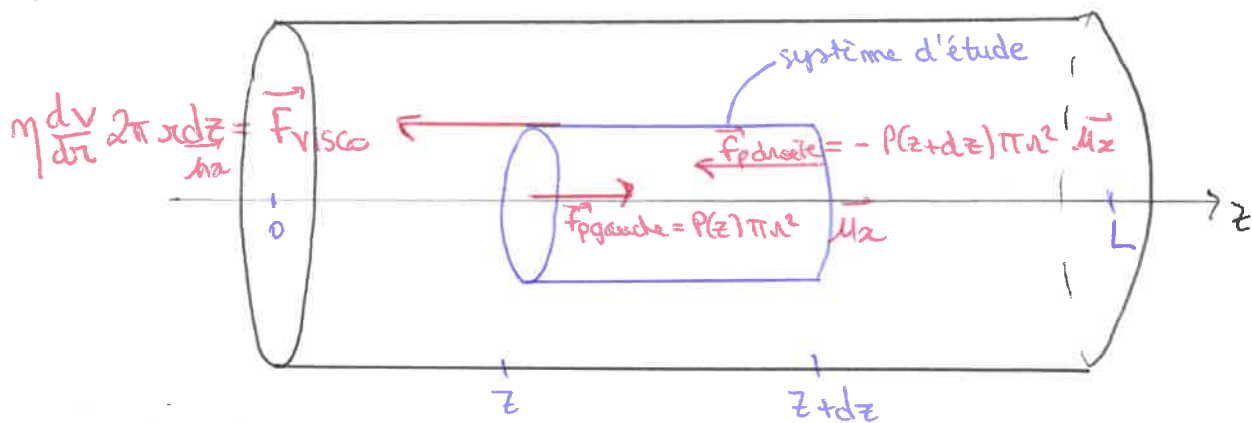
$$\rightarrow f \text{ calculé à partir de } f = \frac{2(2R) \Delta P}{\rho_{\text{eau}} v^2 L}$$

$\uparrow$
longueur de la conduite

$$\text{avec } \Delta P = 2,5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

TD 13 - ex III

1) viscosité vectorielle



Pour un mouvement rectiligne uniforme, où $v(r)$ car l'écoulement est incompressible et invariant par rotation autour de l'axe z .

de la particule fluide.

$$\vec{F}_{p\text{gauche}} + \vec{F}_{p\text{droite}} + \vec{F}_{v\text{visco}} = \vec{0}$$

$$P(z)\pi r^2 - P(z+dz)\pi r^2 + \eta \frac{dv}{dr} 2\pi r dz = 0$$

$$\frac{dP}{dz} = 2\eta \frac{1}{r} \frac{dv}{dr} < 0$$

$$\text{avec } \frac{dP}{dz} = K = \frac{P(0) - P(L)}{0 - L}$$

On intègre et on a :

$$v(r) = \frac{K}{2\eta} \frac{r^2}{2} + C = \frac{K}{4\eta} r^2 + C$$

$$\text{or } v(R) = 0 = \frac{K}{4\eta} R^2 + C \quad \text{conditions d'adhérence.}$$

$$\text{donc } v(r) = \frac{K}{4\eta} (r^2 - R^2)$$

$$\text{Puis } D_v = \iint_S v(r) dS \quad \text{où } dS = dr \cdot r d\theta \vec{u}_z$$

$$= \int_0^R r v(r) dr \int_0^{2\pi} d\theta$$

$$= \frac{K}{4\eta} \int_0^R (r^3 - R^2 r) dr \int_0^{2\pi} d\theta$$

$$= \frac{K}{4\eta} \left(\frac{R^4}{4} - \frac{R^4}{2} \right) 2\pi$$

$$D_v = -\frac{K\pi}{8\eta} R^4 = \frac{P(0) - P(L)}{L} \frac{\pi}{8\eta} R^4$$

$$\text{donc } R_H = \frac{P(O) - P(L)}{D_v}$$

$$= \frac{(P(O) - P(L)) L \cdot 8\eta}{(P(O) - P(L)) \pi R^4}$$

d'où $R_H = \frac{8L\eta}{\pi R^4}$ — B

2) $R_H = \frac{\Delta P}{D_v} = \frac{8L\eta}{\pi R^4}$

donc $\Delta P = \frac{8L\eta}{\pi R^4} \frac{D_{m'}}{\mu} = \frac{8 \times 4 \times 10^{-3} \times 50 \times 10^{-2}}{\pi (4 \times 10^{-3})^4} \times \frac{0,05}{1000}$

$\Delta P = 9,9 \times 10^2 \text{ Pa}$ —

3) $D_{m'} = \frac{\Delta P \mu \pi \left(\frac{R}{2}\right)^4}{8L\eta} = \frac{9,9 \times 10^2 \times 1000 \pi \times \left(\frac{4 \times 10^{-3}}{2}\right)^4}{8 \times 4 \times 10^{-3} \times 50 \times 10^{-2}} = 3,1 \times 10^{-3} \text{ kg.s}^{-1}$

donc $\frac{D_m}{D_{m'}} = \frac{0,05}{3,1 \times 10^{-3}} = 16$ d'où $D_m = 16 D_{m'}$ —

1) $Re = \frac{\mu U \times 2R}{\eta}$ or $U = \frac{D_v}{5} = \frac{D_v}{\pi R^2}$ et $\frac{\eta}{\mu} = \nu$

donc $Re = \frac{D_v \times 2R}{\pi R^2 \nu} = \frac{2D_v}{\pi R \nu}$ Oh!

per écoulement:

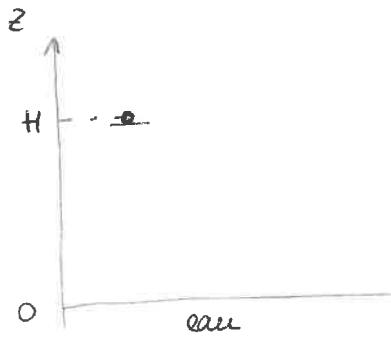
$Re_1 = \frac{D_m}{\mu} \times \frac{2}{\pi R \nu} = \frac{0,05}{10^3} \times \frac{2 \times 10^3}{\pi \times 4 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3}}$

donc $Re_1 = 2,0 \times 10^3$ — $\rightarrow$ écoulement à la limite laminaire Conclusion?

ème écoulement: $Re_2 = \frac{Re_1}{8}$

$Re_2 = \frac{D_m}{16\mu} \times \frac{2}{\pi \frac{R}{2} \nu} = \frac{0,05}{16} \times \frac{2}{\pi \times 4 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3}}$

$Re_2 = 248$ — $\rightarrow$ écoulement laminaire.



1) Théorème de l'énergie cinétique :

$$\Delta E_c = \sum W(\vec{F}_{ext}) = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

2) L'enfant n'est soumis uniquement à son poids :

$$\Delta E_c = W(\vec{P}) = m H g$$

⚠ E_c est scalaire

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m (v_f^2 - \underbrace{v_i^2}_{=0}) = m H g \Rightarrow v_f^2 = 2 H g \Rightarrow \underline{v = \sqrt{2 H g}}$$

$$AN: v = \sqrt{2 \times 1 \times 10} = \underline{2\sqrt{5} \approx 4,47 \text{ m.s}^{-1}}$$

$$3) R = \frac{\mu_{eau} v_f D}{10^{-3}} = \frac{10^3 \times 2\sqrt{5} \times 0,6}{10^{-3}} = \underline{2,7 \cdot 10^6 > 3000}$$

Donc l'écoulement est turbulent.

$$4) C_d = \frac{F}{(0,5 \rho \pi (D/2)^2 v^2)} \Rightarrow F = C_d (0,5 \rho \pi (D/2)^2 v^2)$$

on lit sur le graphique la valeur de C_d correspondant à $R = 2,7 \cdot 10^6$

$$\rightarrow C_d = 0,2$$

⚠ nb de CS.

$$\text{Donc } F = 0,2 (0,5 \times 10^3 \times \pi \times (\frac{0,6}{2})^2 (2\sqrt{5})^2) = \underline{565,5 \text{ N}}$$

5) La traînée est la seule force exercée sur l'enfant :

$$m \frac{dv}{dt} = - C_d (0,5 \rho \pi (\frac{D}{2})^2 v^2) \quad \text{car } \frac{dv}{dt} < 0$$

$$\Rightarrow m \frac{dv}{v^2} = - C_d (0,5 \rho \pi (\frac{D}{2})^2) dt$$

$$\Rightarrow m \int_{v_f}^{v_i} \frac{dv}{v^2} = - C_d (0,5 \rho \pi (\frac{D}{2})^2) \int_0^{t_f} dt \Rightarrow m \left[-\frac{1}{v} \right]_{v_f}^{v_i} = - C_d (0,5 \rho \pi (\frac{D}{2})^2) t_f$$

$$\Rightarrow m \left(\frac{1}{v_f} - \frac{2}{v_f} \right) = - C_d (0,50 \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 t_f$$

$$\rightarrow t_f = \frac{m}{C_d (0,50 \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 v_f}$$

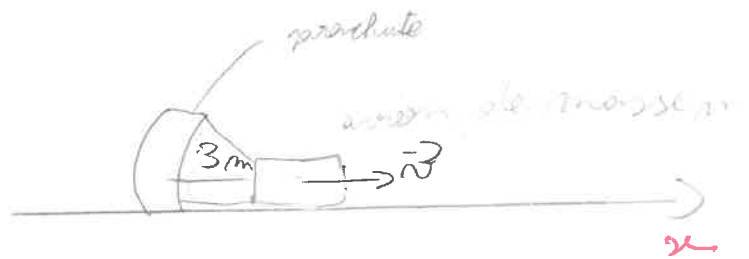
$$\text{AN: } t_f = \frac{50}{0,2 (0,5 \cdot 10^{-3} \times \pi \times \left(\frac{0,6}{2} \right)^2 \times 2\sqrt{5})} = \underline{0,40 \text{ s.}}$$

$$\frac{v_f}{2} = \frac{h}{t_f} \Rightarrow h = \frac{v_f t_f}{2} = \frac{2\sqrt{5} \times 0,4}{2} = \underline{0,9 \text{ m.}} \text{ approximation.}$$

6) on a négligé la poussée d'archimède et le poids.
 judicieux? comparer les valeurs de
 $F(t=t/2)$ à mg
 à $\|\vec{\pi}\|$

TD 13

exercice 5



1) Système : avion

référentiel terrestre supposé galiléen

Force : $T = C_x \ell S \frac{v^2}{2}$; les autres forces sur $\vec{u}$ sont négligées

On applique le principe fondamental de la dynamique sur $\vec{u}$:

D'où $m \dot{v} = -C_x \ell S \frac{v^2}{2}$ $\ell = \text{longueur} = 12 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$

$$\Leftrightarrow \frac{dv}{v^2} = -\frac{C_x \ell S}{2m} dt$$

$$\Leftrightarrow \int_{v_0}^{v(t)} \frac{dv}{v^2} = -\int_0^t \frac{C_x \ell S}{2m} dt = -\frac{C_x \ell S}{2m} t$$

$$\Leftrightarrow \left[-\frac{1}{v} \right]_{v_0}^{v(t)} = -\frac{1}{v_0} + \frac{1}{v(t)} = -\frac{C_x \ell S}{2m} t$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{v(t)} = \frac{1}{v_0} + \frac{C_x \ell S}{2m} t = \frac{2m + v_0 C_x \ell S t}{v_0 2m}$$

$$\Leftrightarrow v(t) = \frac{v_0 2m}{2m + v_0 C_x \ell S t}$$

2) On cherche d'abord l'instant t_f où l'avion a avancé de 1400 mètres.

$$x(t) = \int_0^t v(t) dt$$

$$= \frac{2m}{C_x \ell S} \int_0^t \frac{v_0 C_x \ell S dt}{2m + v_0 C_x \ell S t}$$

$$x(t) = \frac{2m}{C_x \ell S} \ln\left(\frac{v_0 2m}{2m + v_0 C_x \ell S t}\right)$$

$$= \frac{2m}{C_x \ell S} \ln\left(\frac{v_0 C_x \ell S t + 2m}{2m}\right)$$

$$= \frac{2m}{C_x \ell S} \ln\left(\frac{v_0 C_x \ell S t}{2m} + 1\right)$$

on peut en déduire $v(t) = v_0 e^{-\frac{C_x \ell S}{2m} t}$

$$x(t_f) = 1400 \Leftrightarrow \frac{2m}{c_{\pi} S l} \ln \left(\frac{c_{\pi} S l v_0 t_f}{2m} + 1 \right) = 1400 = D$$

$$\Leftrightarrow t_f = \frac{\exp \left(\frac{D c_{\pi} S l}{2m} \right) - 1}{c_{\pi} S l v_0} \times 2m$$

le parachute est assimilé à un demi sphère

$$S = \pi \left(\frac{3}{2} \right)^2 = 7,07 \text{ m}^2$$

$$c_{\pi} = 1,5$$

$$l = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$v_0 = 241 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 67 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$m = 9 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$t_f = \frac{\exp \left(\frac{1400 \times 7,07 \times 1,2 \times 1,5}{9 \times 10^3} \right) - 1}{1,5 \times 7,07 \times 1,2 \times 67} \times 2 \times 9 \times 10^3$$

$$= 35,7 \text{ s}$$

$$v(t = 35,7) = \frac{67 \times 2 \times 9 \times 10^3}{1,5 \times 7,07 \times 35,7 + 2 \times 9 \times 10^3}$$

$$= 24,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} \quad \underline{\underline{\text{oui}}}$$

Sans le système de freinage l'avion aura une vitesse de $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ au lieu d'être arrêté sur une distance de 1400 m . ✓

$$1) \bullet \underset{\text{Trainée}}{\|\vec{T}\|} = \frac{1}{2} \rho_{\text{air}} C_x S v^2$$

ρ_{air} = masse volumique de l'air en $[\text{kg/m}^3]$

C_x = coefficient de trainée [SV]

S = envergure $\times$ longueur de la corde $[\text{m}^2]$

v = vitesse de l'avion $[\text{m.s}^{-1}]$

$$\bullet \underset{\text{portance}}{\|\vec{P}\|} = \frac{1}{2} \rho_{\text{air}} C_z S v^2$$

les mêmes coefficients que pour la trainée à l'exception de C_z qui est le coefficient de portance [SV]

2) On remarque sur les graphiques que le coefficient de portance est maximal lorsque α = angle d'incidence = 15° puis C_z diminue à cause du décrochage pour $\alpha > 15^\circ$.

• C_z est croissant entre $\alpha = -10^\circ$ et $\alpha = 15^\circ$.

• On voit que $C_x \geq \frac{C_z}{10}$ ce qui est intéressant pour que

l'avion vole. $\rightarrow$ la traînée est environ 10x plus faible que la portance.

• Ce type d'aile permet de voler avec un angle d'incidence $\alpha \in [-10, 15]^\circ$.

• Le coefficient de trainée C_x , est décroissant pour un angle $\alpha \in [-10, 0]^\circ$ et admet un minimum en $\alpha = 0^\circ$. Puis le coeff de trainée C_x augmente très fortement pour $\alpha > 0^\circ$ jusqu'à $\alpha = 24^\circ$.

3) L'aile est en situation de décrochage pour $\alpha > 15^\circ$. D'après le cours, lorsque $\alpha = 15^\circ$, il y a un décollement de la couche limite.

4) On voit que lorsque $\alpha > 15^\circ$ C_x augmente fortement. Donc oui il est possible de le piéger. (qui?)