Thermodynamique et mécanique des fluides – Chapitre 3

Statique des fluides – TD

Exercice 1 : Questions de cours

On considère une particule de fluide au repos de masse volumique ρ, de volume $\mathrm{d}V = \mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z$, dans un champ de pesanteur $\vec{g}$, qui est comprise entre les abscisses x et $x+\mathrm{d}x$, les ordonnées y et $y+\mathrm{d}y$ et les côtes z et $z+\mathrm{d}z$.

1. À l'aide d'un bilan de forces sur cette particule de fluide, établir la relation de la statique des fluides.

On assimile l'air à un gaz parfait de masse molaire $M_{\text{air}} = 29\,\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ à la température uniforme $T_0 = 15°\text{C}$. On note z l'axe vertical ascendant, avec $z=0$ le niveau de la mer où règne la pression atmosphérique P_{atm}.

2. Établir le champ de pression $P(z)$ de l'atmosphère isotherme.

Correction :

1. Il s'exerce 7 forces sur cette particule de fluide :

- son poids $\mathrm{d}\overrightarrow{P} = \mathrm{d}m\,\vec{g} = \rho\,\mathrm{d}V\,\vec{g} = -\rho\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z\,g\,\vec{e}_z$;
- la force de pression sur la surface en x : $\mathrm{d}\overrightarrow{F}_x = P(x)\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z\,\vec{e}_x$;
- la force de pression sur la surface en $x+\mathrm{d}x$: $\mathrm{d}\overrightarrow{F}_{x+\mathrm{d}x} = -P(x+\mathrm{d}x)\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z\,\vec{e}_x \approx -\left[P(x) + \dfrac{\partial P}{\partial x}\,\mathrm{d}x\right]\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z\,\vec{e}_x$;
- la force de pression sur la surface en y : $\mathrm{d}\overrightarrow{F}_y = P(y)\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}z\,\vec{e}_y$;
- la force de pression sur la surface en $y+\mathrm{d}y$: $\mathrm{d}\overrightarrow{F}_{y+\mathrm{d}y} = -P(y+\mathrm{d}y)\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}z\,\vec{e}_y \approx -\left[P(y) + \dfrac{\partial P}{\partial y}\,\mathrm{d}y\right]\mathrm{d}x\,\mathrm{d}z\,\vec{e}_y$;
- la force de pression sur la surface en z : $\mathrm{d}\overrightarrow{F}_z = P(z)\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\vec{e}_z$;
- la force de pression sur la surface en $z+\mathrm{d}z$: $\mathrm{d}\overrightarrow{F}_{z+\mathrm{d}z} = -P(z+\mathrm{d}z)\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\vec{e}_z \approx -\left[P(z) + \dfrac{\partial P}{\partial z}\,\mathrm{d}z\right]\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\vec{e}_z$.

Comme la particule de fluide est au repos, l'équilibre des forces donne : $\mathrm{d}\overrightarrow{P} + \mathrm{d}\overrightarrow{F}_x + \mathrm{d}\overrightarrow{F}_{x+\mathrm{d}x} + \mathrm{d}\overrightarrow{F}_y + \mathrm{d}\overrightarrow{F}_{y+\mathrm{d}y} + \mathrm{d}\overrightarrow{F}_z + \mathrm{d}\overrightarrow{F}_{z+\mathrm{d}z} = \vec{0}$, soit : $-\dfrac{\partial P}{\partial x}\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z\,\vec{e}_x - \dfrac{\partial P}{\partial y}\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z\,\vec{e}_y - \left(\rho\,g + \dfrac{\partial P}{\partial z}\right)\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z\,\vec{e}_z = \vec{0}$, d'où :

- $\dfrac{\partial P}{\partial x} = 0$, la pression P est donc indépendante de x ;
- $\dfrac{\partial P}{\partial y} = 0$, la pression P est donc indépendante de y ;
- $\dfrac{\partial P}{\partial z} = -\rho\,g$, soit : $\dfrac{\mathrm{d}P}{\mathrm{d}z} = -\rho\,g$, comme la pression P ne dépend que de z.

En exprimant ces résultats à l'aide de l'opérateur gradient, on obtient la relation de la statique des fluides : $\overrightarrow{\text{grad}}\,(P) = \rho\,\vec{g}$.

2. La projection de la relation de la statique des fluides selon l'axe z donne : $\dfrac{\mathrm{d}P}{\mathrm{d}z} = -\rho_{\text{air}}\,g$, où la masse volumique peut s'exprimer à l'aide de la relation des gaz parfaits : $\rho_{\text{air}} = \dfrac{m_{\text{air}}}{V_{\text{air}}} = \dfrac{n_{\text{air}}\,M_{\text{air}}}{V_{\text{air}}} = \dfrac{P\,M_{\text{air}}}{R\,T_0}$, soit : $\dfrac{\mathrm{d}P}{\mathrm{d}z} + \dfrac{M_{\text{air}}\,g}{R\,T_0}\,P = 0$.

La solution de cette équation différentielle est de la forme : $P(z) = A\exp\left(-\dfrac{M_{\text{air}}\,g}{R\,T_0}\,z\right) = A\exp\left(-\dfrac{z}{H}\right)$, avec $H = \dfrac{R\,T_0}{M_{\text{air}}\,g}$ et A une constante que l'on détermine sachant que $P(0) = A = P_{\text{atm}}$, d'où l'expression du champ de pression : $P(z) = P_{\text{atm}}\exp\left(-\dfrac{z}{H}\right)$.

Exercice 2 : Équilibre hydrostatique en rotation

Un verre contenant de l'eau est mis en rotation autour de l'axe (Oz) vertical à la vitesse angulaire ω constante par rapport au référentiel terrestre R_0. La surface de l'eau se creuse alors par effet de la force centrifuge, et le but de cet exercice consiste à déterminer l'équation de l'interface air-eau.

On étudie pour cela l'équilibre statique du fluide dans le référentiel R lié au verre, qui est en rotation par rapport au référentiel terrestre R_0, et n'est donc pas galiléen. On admet alors que l'étude dans ce référentiel R est identique à celle dans un référentiel galiléen, à condition de remplacer l'accélération de la pesanteur $\vec{g}$ par $\vec{g}' = (\vec{g} + \omega^2\, r\, \vec{e}_r)$ en coordonnées cylindriques.

1. Pourquoi n'est-il pas possible d'appliquer la relation de la statique des fluides dans le référentiel terrestre R_0 ?

2. Écrire la relation de la statique des fluides dans le référentiel R.

On considère que la pression à l'interface air-eau au centre du verre ($r = 0$ et $z = z_0$) est égale à la pression atmosphérique P_0.

3. Déterminer l'expression du champ de pression dans le verre.

4. Déterminer l'équation de l'interface eau-air, puis décrire le type de surface obtenue.

Correction :

1. Le fluide n'est pas au repos dans le référentiel terrestre R_0, il n'est donc pas possible d'appliquer la relation de la statique des fluides dans ce référentiel, contrairement au référentiel R.

2. La relation de la statique des fluides donne : $\overrightarrow{\text{grad}}(P) = \rho\, \vec{g}' = \rho\,(-g\, \vec{e}_z + \omega^2\, r\, \vec{e}_r)$, avec ρ la masse volumique de l'eau.

3. En coordonnées cylindrique, la relation de la statique des fluides donne : $\dfrac{\partial P}{\partial r} = \rho\, \omega^2\, r$, $\dfrac{\partial P}{\partial \theta} = 0$ et $\dfrac{\partial P}{\partial z} = -\rho\, g$.

On en déduit l'expression de la solution : $P(r, z) = -\rho\, g\, z + \dfrac{1}{2}\, \rho\, \omega^2\, r^2 + C$, et on détermine la constante C sachant que $P(r = 0, z = z_0) = P_0 = -\rho\, g\, z_0 + C$, d'où : $C = P_0 + \rho\, g\, z_0$, et donc : $P(r, z) = \rho\, g\, (z_0 - z) + \dfrac{1}{2}\, \rho\, \omega^2\, r^2 + P_0$.

4. L'interface eau-air correspond à $P(r, z) = P_0$, soit : $\rho\, g\, (z_0 - z) + \dfrac{1}{2}\, \rho\, \omega^2\, r^2 = 0$, d'où : $z = z_0 + \dfrac{\omega^2\, r^2}{2\, g}$.

Il s'agit de l'équation d'un paraboloïde de révolution.

Exercice 3 : Origine de la poussée d'Archimède

On considère un cube de côté a et de masse volumique ρ totalement immergé dans un fluide de masse volumique ρ_f que l'on suppose incompressible. On note P_sup (respectivement P_inf) la pression du fluide sur la face supérieure (respectivement inférieure) du cube.

1. Exprimer la résultante des forces de pression qui s'exerce sur le cube en fonction de P_sup, P_inf et a.

2. À l'aide de la relation de la statique des fluides, exprimer cette résultante en fonction de a, ρ_f et g.

3. Comparer cette expression à celle de la poussée d'Archimède subie par le cube, puis conclure sur l'origine de la poussée d'Archimède.

4. À quelle condition le cube tend-il à s'élever dans le fluide ?

Correction :

1. En notant z l'axe vertical ascendant, on réalise un bilan des forces de pression exercées par le fluide sur le cube :

- sur la face supérieure du cube, la force exercée par le fluide s'exprime : $\overrightarrow{F}_\text{sup} = -P_\text{sup}\, a^2\, \vec{e}_z$;
- sur la face inférieure du cube, la force exercée par le fluide s'exprime : $\overrightarrow{F}_\text{inf} = P_\text{inf}\, a^2\, \vec{e}_z$;
- sur les faces latérales du cube, les forces exercées par le fluide se compensent ;

d'où l'expression de la résultante : $\overrightarrow{R} = \overrightarrow{F}_\text{sup} + \overrightarrow{F}_\text{inf} = \left(P_\text{inf} - P_\text{sup}\right) a^2\, \vec{e}_z$.

2. La relation de la statique des fluides donne : $\dfrac{\mathrm{d}P}{\mathrm{d}z} = -\rho_\mathrm{f}\, g$, et on obtient en intégrant entre les faces inférieure et supérieure du cube : $\displaystyle\int_{P_\mathrm{inf}}^{P_\mathrm{sup}} \mathrm{d}P = -\rho_\mathrm{f}\, g \int_{z_\mathrm{inf}}^{z_\mathrm{sup}} \mathrm{d}z$, soit : $P_\mathrm{sup} - P_\mathrm{inf} = -\rho_\mathrm{f}\, g\, a$, d'où l'expression de la résultante : $\overrightarrow{R} = \rho_\mathrm{f}\, g\, a^3\, \vec{e}_z$.

3. L'expression de la poussée d'Archimède subie par le cube est : $\overrightarrow{\Pi} = \rho_\mathrm{f}\, g\, a^3\, \vec{e}_z = \overrightarrow{R}$.
On en conclut que la poussée d'Archimède correspond à la résultante des forces de pression subie par un corps immergé.

4. Le cube étant soumis à son poids $\overrightarrow{P} = -\rho\, a^3\, g\, \vec{e}_z$ et à la poussée d'Archimède $\overrightarrow{\Pi}$, l'application du PFD donne : $m\, \vec{a} = \overrightarrow{P} + \overrightarrow{\Pi} = (\rho_\mathrm{f} - \rho)\, a^3\, g\, \vec{e}_z$. Il tend donc à s'élever dans le fluide uniquement si $\rho < \rho_\mathrm{f}$.

Exercice 4 : Atmosphère adiabatique et polytropique

Cet exercice propose d'envisager un autre modèle d'atmosphère que celui de l'atmosphère isotherme, qui ne permet pas d'expliquer les variations de températures observées expérimentalement. On assimile l'air à un gaz parfait diatomique de masse molaire $M = 29{,}0\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$, dont on rappelle que la valeur du coefficient adiabatique est $\gamma = \dfrac{7}{5}$. On note (Oz) l'axe vertical ascendant, avec $z = 0$ le niveau du sol où la température est $T_0 = 15°\mathrm{C}$ et la pression est $P_0 = 1{,}0\,\mathrm{bar}$.

On suppose dans un premier temps que les transformations de l'air dans l'atmosphère sont adiabatiques et réversibles.

1. Montrer que le produit $P\,T^\alpha$ est constant, avec α une constante à exprimer en fonction de γ.

2. En déduire la relation suivante :
$$\frac{\mathrm{d}P}{\mathrm{d}z} = \frac{\gamma\, P(z)}{(\gamma-1)\, T(z)}\, \frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}z}.$$

3. À l'aide de la relation de la statique des fluides, déterminer l'expression du profil de température $T(z)$.

4. En déduire l'expression du profil de pression $P(z)$.

5. Calculer la température et la pression à 10 km d'altitude avec ce modèle adiabatique.

Les transformations réelles au sein de l'atmosphère ne sont en fait ni isothermes ni adiabatiques, mais polytropiques. Elles vérifient alors la relation $P\,V^q = \mathrm{cste}$, avec $q = 1{,}2$ le coefficient polytropique.

6. Déterminer, sans calcul, l'expression des profils $T(z)$ et $P(z)$ pour ce modèle polytropique.

7. Calculer la température et la pression à 10 km d'altitude avec ce modèle polytropique.

Correction :

1. Comme les transformations sont adiabatiques et réversibles, la loi de Laplace donne : $P\,V^\gamma = \mathrm{cste}$.
En utilisant la loi des gaz parfaits, on obtient : $P\left(\dfrac{n\,R\,T}{P}\right)^\gamma = \mathrm{cste}$, soit : $P^{1-\gamma}\,T^\gamma = \mathrm{cste}$, d'où : $P\,T^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = \mathrm{cste}$, et on en déduit l'expression de la constante : $\alpha = \dfrac{\gamma}{1-\gamma}$.

2. Le logarithme de l'expression précédente donne : $\ln P + \dfrac{\gamma}{1-\gamma}\ln T = \mathrm{cste}$, et on obtient en dérivant par rapport à la coordonnée z : $\dfrac{1}{P}\dfrac{\mathrm{d}P}{\mathrm{d}z} + \dfrac{\gamma}{1-\gamma}\dfrac{1}{T}\dfrac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}z} = 0$, d'où la relation : $\dfrac{\mathrm{d}P}{\mathrm{d}z} = \dfrac{\gamma\, P(z)}{(\gamma-1)\, T(z)}\dfrac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}z}$.

3. La relation de la statique des fluides donne : $\dfrac{\mathrm{d}P}{\mathrm{d}z} = -\rho\, g$, avec $\rho = \dfrac{m}{V} = \dfrac{n\,M}{V} = \dfrac{P\,M}{R\,T}$ pour un gaz parfait, soit : $\dfrac{\gamma\, P}{(\gamma-1)\, T}\dfrac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}z} = -\dfrac{P\,M}{R\,T}\, g$, d'où finalement : $\dfrac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}z} = \dfrac{(1-\gamma)\, M\, g}{\gamma\, R}$.
En intégrant, on obtient : $T(z) = \dfrac{(1-\gamma)\, M\, g}{\gamma\, R}\, z + C$, et on peut déterminer la constante C sachant que $T(z=0) = T_0 = C$, d'où le profil de température : $T(z) = \dfrac{(1-\gamma)\, M\, g}{\gamma\, R}\, z + T_0$.

4. Comme $P\,T^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = \mathrm{cste} = P_0\,T_0^{\frac{\gamma}{1-\gamma}}$ au niveau du sol, on en déduit le profil de pression : $P(z) = P_0\left(\dfrac{T_0}{T(z)}\right)^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = P_0\left(\dfrac{T(z)}{T_0}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = P_0\left[1 + \dfrac{(1-\gamma)\, M\, g}{\gamma\, R\, T_0}\, z\right]^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}$.

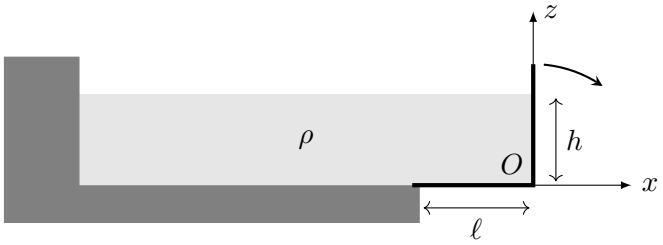
5. On calcule : $T(z = 10\,\text{km}) = 190\,\text{K}$ et $P(z = 10\,\text{km}) = 0{,}23\,\text{bar}$.

6. Il suffit de remplacer γ par q dans les équations précédentes pour obtenir l'expression des profils pour ce modèle polytropique, d'où : $T(z) = \dfrac{(1-q)\,M\,g}{q\,R}\,z + T_0$ et $P(z) = P_0\left[1 + \dfrac{(1-q)\,M\,g}{q\,R\,T_0}\,z\right]^{\frac{q}{1-q}}$.

7. On calcule : $T(z = 10\,\text{km}) = 231\,\text{K}$ et $P(z = 10\,\text{km}) = 0{,}27\,\text{bar}$.

Exercice 5 : Vidange automatique

Un bassin de largeur b selon l'axe (Oy) est rempli d'eau de masse volumique ρ sur une hauteur h, comme représenté ci-dessous. Il est fermé par une structure constituée de deux panneaux perpendiculaires formant un « L », qui peut basculer autour de l'axe (Oy). L'une de ses faces est en contact avec l'eau, tandis que l'autre est en contact avec l'air à la pression atmosphérique.



1. Établir l'expression du moment scalaire par rapport à l'axe (Oy) résultant des forces de pression exercées sur la structure.

2. En déduire que la structure pivote au-delà d'une certaine hauteur d'eau $h_{\max}$, que l'on exprimera en fonction de ℓ, entrainant la vidange du bassin.

Correction :

1. On commence par déterminer le champ de pression $P(z)$ dans l'eau en projetant la relation de la statique des fluides selon l'axe vertical : $\dfrac{\mathrm{d}P}{\mathrm{d}z} = -\rho\,g$, soit en intégrant : $P(z) = -\rho\,g\,z + C$, avec C une constante que l'on détermine sachant qu'à la surface de l'eau $P(h) = -\rho\,g\,h + C = P_{\text{atm}}$, d'où : $P(z) = P_{\text{atm}} + \rho\,g\,(h - z)$.

Chaque surface élémentaire $\mathrm{d}S = \mathrm{d}y\,\mathrm{d}z$ du panneau de droite subit :

- un moment scalaire exercé par l'air :
  $\mathrm{d}M_{y,\text{air}} = \left(\overrightarrow{OM} \wedge \mathrm{d}\overrightarrow{F}_{\text{air}}\right) \cdot \vec{e}_y = (z\,\vec{e}_z \wedge -P_{\text{atm}}\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z\,\vec{e}_x) \cdot \vec{e}_y = -z\,P_{\text{atm}}\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z$;
- un moment scalaire exercé par l'eau :
  $\mathrm{d}M_{y,\text{eau}} = \left(\overrightarrow{OM} \wedge \mathrm{d}\overrightarrow{F}_{\text{eau}}\right) \cdot \vec{e}_y = (z\,\vec{e}_z \wedge P(z)\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z\,\vec{e}_x) \cdot \vec{e}_y = z\,P(z)\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z$;

d'où un moment scalaire total : $\mathrm{d}M_{y,\text{tot}} = \mathrm{d}M_{y,\text{air}} + \mathrm{d}M_{y,\text{eau}} = z\,(P(z) - P_{\text{atm}})\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z = z\,\rho\,g\,(h - z)\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z$.
On intègre ensuite pour obtenir la résultante des moments scalaires sur le panneau de droite :
$$M_{y,\text{droite}} = \iint_{\text{panneau}} \mathrm{d}M_{y,\text{tot}} = \rho\,g \int_{y=0}^{b} \mathrm{d}y \int_{z=0}^{h} (z\,h - z^2)\,\mathrm{d}z = \rho\,g\,b\left[\frac{z^2\,h}{2} - \frac{z^3}{3}\right]_0^h = \frac{\rho\,g\,b\,h^3}{6}.$$

Chaque surface élémentaire $\mathrm{d}S' = \mathrm{d}x\,\mathrm{d}y$ du panneau du bas subit :

- un moment scalaire exercé par l'air :
  $\mathrm{d}M'_{y,\text{air}} = \left(\overrightarrow{OM} \wedge \mathrm{d}\overrightarrow{F}'_{\text{air}}\right) \cdot \vec{e}_y = (x\,\vec{e}_x \wedge P_{\text{atm}}\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\vec{e}_z) \cdot \vec{e}_y = -x\,P_{\text{atm}}\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y$;
- un moment scalaire exercé par l'eau :
  $\mathrm{d}M'_{y,\text{eau}} = \left(\overrightarrow{OM} \wedge \mathrm{d}\overrightarrow{F}'_{\text{eau}}\right) \cdot \vec{e}_y = (x\,\vec{e}_x \wedge -P(z=0)\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\vec{e}_z) \cdot \vec{e}_y = x\,P(z=0)\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y$;

d'où un moment scalaire total : $\mathrm{d}M'_{y,\text{tot}} = \mathrm{d}M'_{y,\text{air}} + \mathrm{d}M'_{y,\text{eau}} = x\,(P(z=0) - P_{\text{atm}})\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y = x\,\rho\,g\,h\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y$.
On intègre ensuite pour obtenir la résultante des moments scalaires sur le panneau du bas :
$$M_{y,\text{bas}} = \iint_{\text{panneau}} \mathrm{d}M'_{y,\text{tot}} = \rho\,g\,h \int_{x=-\ell}^{0} x\,\mathrm{d}x \int_{y=0}^{b} \mathrm{d}y = \rho\,g\,h\,b\left[\frac{x^2}{2}\right]_{-\ell}^{0} = -\frac{\rho\,g\,h\,b\,\ell^2}{2}.$$

Au final, le moment scalaire résultant s'exprime : $M_{y,\text{résultant}} = M_{y,\text{droite}} + M_{y,\text{bas}} = \dfrac{\rho\,g\,b\,h}{2}\left(\dfrac{h^2}{3} - \ell^2\right)$.

2. La structure pivote lorsque $M_{y,\text{résultant}} > 0$, soit : $\dfrac{h^2}{3} - \ell^2 > 0$, c'est-à-dire au-delà de la hauteur d'eau maximale : $h_{\max} = \sqrt{3}\,\ell$.

Exercice 6 : Pression au sommet des monts

Un alpiniste lit sur un site internet : « La pression atmosphérique au sommet du mont Everest est environ égale à la moitié de celle au sommet du mont Blanc ».

Le sommet du mont Everest se situe à une altitude de 8 848 m et présente une température annuelle moyenne de −27°C. Le sommet du mont Blanc se situe à une altitude de 4 809 m et présente une température annuelle moyenne de −15°C.

1. À l'aide d'un modèle basé sur des hypothèses simples, indiquer si cette information semble correcte ou non.

Correction :

1. On suppose que l'atmosphère est isotherme à la température moyenne $T_0 = -21°\text{C} = 252\,\text{K}$, et on assimile l'air à un gaz parfait de masse molaire $M_{\text{air}} = 29\,\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

En prenant un axe z vertical ascendant, la relation de la statique des fluides donne : $\dfrac{\text{d}P}{\text{d}z} = -\rho\,g$, avec la masse volumique $\rho = \dfrac{m}{V} = \dfrac{n\,M_{\text{air}}}{V} = \dfrac{P\,M_{\text{air}}}{R\,T_0}$, d'où : $\dfrac{\text{d}P}{\text{d}z} + \dfrac{M_{\text{air}}\,g}{R\,T_0}\,P = 0$. La solution est de la forme : $P(z) = A\exp\left(-\dfrac{M_{\text{air}}\,g}{R\,T_0}\,z\right)$, avec A une constante.

Le rapport entre la pression au sommet du mont Everest et la pression au sommet du mont Blanc est donc : $\dfrac{P(z_{\text{mE}})}{P(z_{\text{mB}})} = \exp\left[\dfrac{M_{\text{air}}\,g}{R\,T_0}\,(z_{\text{mB}} - z_{\text{mE}})\right] = 0{,}58$.

L'information du site internet semble donc correcte, même si l'hypothèse d'une atmosphère isotherme pour ce modèle peut être critiquée.