

Loi de Bernoulli

Corrigé des exercices - niveau Terminale

Voici le corrigé détaillé des exercices sur la loi de Bernoulli. Par ailleurs, compare chaque démarche avec la tienne : la méthode compte autant que le résultat, notamment le choix de la ligne de courant et des deux points d'application.

De plus, ce corrigé est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

La correction détaillée : corrigé loi Bernoulli

Correction de l'exercice 1 : Questions de cours

1. Puis le **débit volumique** D_v est le volume de fluide qui traverse une section par unité de temps : $D_v = V \div \Delta t = S v$, en **m³/s**.
2. Ensuite, pour un fluide **incompressible** en écoulement permanent, le débit est le même dans toutes les sections : $S_1 v_1 = S_2 v_2$.
3. Puis pour un fluide **parfait, incompressible, en écoulement permanent**, entre deux points d'une même ligne de courant : $P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z = \text{constante}$.
4. De plus, les trois termes sont des pressions : **pascals (Pa)**.
5. À altitude égale, là où la vitesse du fluide augmente (section réduite), la pression diminue.

Correction de l'exercice 2 : Vrai ou faux ?

- a. **Vrai** : conservation du débit.
- b. **Faux** : S diminue, donc v augmente ($S v = \text{constante}$).
- c. **Faux** : le modèle suppose un fluide parfait ; la viscosité provoque des pertes de charge.
- d. **Vrai** : v est maximale au col, donc P y est minimale.
- e. **Vrai** : avec $v = 0$, $P + \rho g z = \text{constante}$.
- f. **Faux** : $v = \sqrt{2 g h}$, sans ρ .

Correction de l'exercice 3 : Conversions de débits

1. $0,50 \text{ L/s} = \mathbf{5,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}$; $18 \text{ m}^3/\text{h} = 18 \div 3\,600 = \mathbf{5,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}$; $90 \text{ L/min} = 90 \times 10^{-3} \div 60 = \mathbf{1,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}$.
2. $3,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 3,0 \text{ L/s} = \mathbf{180 \text{ L/min}}$; $0,25 \text{ L/s} = \mathbf{15 \text{ L/min}}$.
3. $1,2 \text{ cm}^2 = 1,2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$; $80 \text{ mm}^2 = 80 \times 10^{-6} = \mathbf{8,0 \times 10^{-5} \text{ m}^2}$.

Correction de l'exercice 4 : Le débit d'un robinet

1. $D_v = 10,0 \div 25 = \mathbf{0,40 \text{ L/s} = 4,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}$.
2. $v = D_v \div S = 4,0 \times 10^{-4} \div 1,2 \times 10^{-4} \approx \mathbf{3,3 \text{ m/s}}$.
3. $S = \pi d^2 \div 4$ donc $d = \sqrt{4 S \div \pi} = \sqrt{4 \times 1,2 \times 10^{-4} \div \pi} \approx 1,24 \times 10^{-2} \text{ m} \approx \mathbf{1,2 \text{ cm}}$.

Correction de l'exercice 5 : Un rétrécissement de tuyau

1. $S_1 = \pi \times (0,015)^2 = 7,07 \times 10^{-4} \text{ m}^2$; $D_v = 7,07 \times 10^{-4} \times 1,5 \approx \mathbf{1,06 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}$ (1,06 L/s).
2. $v_2 = v_1 \times (d_1 \div d_2)^2 = 1,5 \times (30 \div 15)^2 = \mathbf{6,0 \text{ m/s}}$.
3. Quand le diamètre est divisé par deux, l'aire est divisée par quatre et la vitesse est **multipliée par quatre** ; en général, v varie comme $1 \div d^2$.

Correction de l'exercice 6 : Le sang dans l'aorte et les capillaires

1. $D_v = 5,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \div 60 \text{ s} = \mathbf{8,3 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}}$.
2. $S = \pi \times (0,0125)^2 = 4,91 \times 10^{-4} \text{ m}^2$; $v = 8,33 \times 10^{-5} \div 4,91 \times 10^{-4} \approx \mathbf{0,17 \text{ m/s}}$ (17 cm/s).
3. $v = 8,33 \times 10^{-5} \div 0,25 \approx \mathbf{3,3 \times 10^{-4} \text{ m/s}}$ (0,33 mm/s). Ensuite, cette vitesse très faible laisse le temps aux échanges gazeux et de nutriments entre le sang et les tissus.

Correction de l'exercice 7 : Débit et vitesse dans une conduite

1. Par ailleurs, les points sont alignés avec l'origine : **droite passant par l'origine**, le débit est **proportionnel** à la vitesse ($D_v = S v$).
2. Puis pour $v = 1,5 \text{ m/s}$: $D_v = \mathbf{0,30 \text{ L/s}}$.
3. Coefficient directeur = $0,50 \div 2,5 = \mathbf{0,20 \text{ L/s par m/s} = 2,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s par m/s} = \mathbf{2,0 \times 10^{-4} \text{ m}^2}}$. Ensuite, il représente la **section S** de la conduite ($2,0 \text{ cm}^2$).
4. $d = \sqrt{4 S \div \pi} = \sqrt{4 \times 2,0 \times 10^{-4} \div \pi} \approx 1,6 \times 10^{-2} \text{ m} = \mathbf{1,6 \text{ cm}}$.

Correction de l'exercice 8 : Pression dans un réservoir au repos

1. Puis L'eau est au repos : $\mathbf{v_A = v_B = 0}$.
2. $P_A + \rho g z_A = P_B + \rho g z_B$, avec $P_A = P_{\text{atm}}$.
3. $P_B = P_{\text{atm}} + \rho g (z_A - z_B) = 1,013 \times 10^5 + 1,00 \times 10^3 \times 9,81 \times 3,0 = 1,013 \times 10^5 + 2,94 \times 10^4 \approx \mathbf{1,31 \times 10^5 \text{ Pa}}$.
4. De plus, la **relation fondamentale de la statique des fluides**.

Correction de l'exercice 9 : Vidange d'un seau percé

1. $v = \sqrt{2 g h} = \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,80} = \sqrt{15,7} \approx \mathbf{3,96 \text{ m/s}}$ (environ 4,0 m/s).
2. $s = 0,50 \text{ cm}^2 = 5,0 \times 10^{-5} \text{ m}^2$; $D_v = s v = 5,0 \times 10^{-5} \times 3,96 \approx \mathbf{1,98 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}} \approx 0,20 \text{ L/s}$.
3. $\Delta t = V \div D_v = 1,0 \times 10^{-3} \div 1,98 \times 10^{-4} \approx \mathbf{5,1 \text{ s}}$.

Correction de l'exercice 10 : Portée d'un jet

1. $v = \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,45} = \sqrt{8,83} \approx \mathbf{2,97 \text{ m/s}}$.
2. $H = \frac{1}{2} g t^2$ donc $t = \sqrt{2 H \div g} = \sqrt{2 \times 1,00 \div 9,81} \approx \mathbf{0,452 \text{ s}}$.
3. $x = v t = 2,97 \times 0,452 \approx \mathbf{1,34 \text{ m}}$. Vérification : $2 \sqrt{(h H)} = 2 \sqrt{(0,45 \times 1,00)} = 2 \times 0,671 = 1,34 \text{ m}$.
4. $x = 2 \sqrt{(h H)}$: pour doubler x , il faut multiplier h par 4, soit $\mathbf{h = 1,8 \text{ m}}$ (si le réservoir le permet).

Correction de l'exercice 11 : Un tube de Venturi horizontal

1. $S_1 = \pi \times (0,020)^2 = 1,257 \times 10^{-3} \text{ m}^2$; $D_v = S_1 v_1 = 1,257 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \approx \mathbf{1,26 \text{ L/s}}$.
2. $v_2 = v_1 \times (40 \div 20)^2 = \mathbf{4,0 \text{ m/s}}$.
3. $P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) = 0,5 \times 1,00 \times 10^3 \times (16 - 1,0) = \mathbf{7,5 \times 10^3 \text{ Pa}}$.
4. $h = \Delta P \div (\rho g) = 7,5 \times 10^3 \div (1,00 \times 10^3 \times 9,81) \approx \mathbf{0,76 \text{ m}}$.

Correction de l'exercice 12 : Profil de pression d'un Venturi

1. $P_1 = \mathbf{1,200 \times 10^5 \text{ Pa}}$; $P_2 = \mathbf{1,125 \times 10^5 \text{ Pa}}$; $P_3 = \mathbf{1,190 \times 10^5 \text{ Pa}}$.
2. $P_1 - P_2 = 7,5 \times 10^3 \text{ Pa} = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$, donc $v_2^2 = v_1^2 + 2 \Delta P \div \rho = 1,0 + 15 = 16$ et $\mathbf{v_2 = 4,0 \text{ m/s}}$.
3. Ensuite, la conservation du débit donne $v_2 = v_1 \times 2^2 = 4,0 \text{ m/s}$: les deux méthodes

concordent.

4. Par ailleurs, le fluide réel est visqueux : une partie de l'énergie est dissipée par frottements, d'où une **perte de charge** d'environ $1,0 \times 10^3 \text{ Pa}$ et une pression de sortie un peu plus faible qu'à l'entrée.

Correction de l'exercice 13 : Le tube de Pitot d'un avion

1. Au point d'arrêt, $v = 0$ et la pression est la pression totale ; ailleurs, l'air est à la pression statique avec la vitesse v . Bernoulli à altitude égale : $P_{\text{totale}} = P_{\text{statique}} + \frac{1}{2} \rho v^2$, donc la différence vaut $\frac{1}{2} \rho v^2$.

2. $v = \sqrt{(2 \Delta P \div \rho)} = \sqrt{(2 \times 2,16 \times 10^3 \div 1,20)} = \sqrt{3\,600} = \mathbf{60 \text{ m/s}} = 60 \times 3,6 = \mathbf{216 \text{ km/h}}$.

3. $v = \sqrt{(2 \times 2,16 \times 10^3 \div 1,00)} = \sqrt{4\,320} \approx \mathbf{66 \text{ m/s}}$ (environ 236 km/h) : la masse volumique de l'air doit être connue.

Correction de l'exercice 14 : Le château d'eau

1. Robinet fermé : $P - P_{\text{atm}} = \rho g h = 1,00 \times 10^3 \times 9,81 \times 30 \approx \mathbf{2,9 \times 10^5 \text{ Pa}}$ (relative) ;
 $P = 1,013 \times 10^5 + 2,94 \times 10^5 \approx \mathbf{3,96 \times 10^5 \text{ Pa}}$ (absolue).

2. $v = \sqrt{(2 g h)} = \sqrt{(2 \times 9,81 \times 30)} = \sqrt{589} \approx \mathbf{24 \text{ m/s}}$.

3. Puis les frottements dans les canalisations (pertes de charge), les coudes, les vannes et les robinets réduisent beaucoup la vitesse réelle, de même que les autres points de puisage.

Correction de l'exercice 15 : Le flacon pulvérisateur

1. $\Delta P = \frac{1}{2} \rho_{\text{air}} v^2 = 0,5 \times 1,20 \times 15^2 = \mathbf{135 \text{ Pa}}$.

2. Ensuite, le liquide monte jusqu'à ce que $\rho g h = \Delta P$: $h = 135 \div (1,00 \times 10^3 \times 9,81) \approx \mathbf{1,4 \times 10^{-2} \text{ m}}$ (1,4 cm).

3. Si v double, ΔP est multipliée par **quatre** (540 Pa) et la hauteur aussi (5,5 cm environ) : le liquide monte plus facilement jusqu'en haut du tube.

Correction de l'exercice 16 : La portance d'une aile

1. $P_{\text{dessous}} - P_{\text{dessus}} = \frac{1}{2} \rho (v_{\text{dessus}}^2 - v_{\text{dessous}}^2) = 0,5 \times 1,20 \times (80^2 - 70^2) = 0,6 \times 1\,500 = \mathbf{9,0 \times 10^2 \text{ Pa}}$.

2. $F = \Delta P \times S = 900 \times 16 = \mathbf{1,44 \times 10^4 \text{ N}}$, dirigée vers le haut.

3. $m = F \div g = 14\,400 \div 9,81 \approx \mathbf{1,5 \times 10^3 \text{ kg}}$.

4. Puis le modèle suppose un fluide parfait sans viscosité et ne dit rien sur l'origine des vitesses différentes (circulation autour du profil, angle d'attaque) ; c'est une approximation qualitative.

Correction de l'exercice 17 : Conduite montante et rétrécie

1. $S_1 = \pi \times (0,050)^2 = 7,85 \times 10^{-3} \text{ m}^2$; $D_v = 7,85 \times 10^{-3} \times 2,0 = 1,57 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s} \approx \mathbf{15,7 \text{ L/s}}$.

2. $v_2 = v_1 \times (10 \div 5,0)^2 = \mathbf{8,0 \text{ m/s}}$.

3. $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g z_2$. Avec $z_2 - z_1 = 4,0 \text{ m}$: $P_2 = 3,00 \times 10^5 + 500 \times (2,0^2 - 8,0^2) - 1,00 \times 10^3 \times 9,81 \times 4,0 = 3,00 \times 10^5 - 3,0 \times 10^4 - 3,92 \times 10^4 \approx \mathbf{2,31 \times 10^5 \text{ Pa}}$.

4.

Baisse due à la montée : $3,92 \times 10^4 \text{ Pa}$; baisse due à l'accroissement de vitesse : $3,0 \times 10^4 \text{ Pa}$; total $6,9 \times 10^4 \text{ Pa}$.

Correction de l'exercice 18 : Peut-on négliger la vitesse de la surface ?

1. $v = \sqrt{2 \times 9,81 \times 1,00} \approx \mathbf{4,43 \text{ m/s}}$.

2. $D_v = s v = 1,0 \times 10^{-4} \times 4,43 = 4,43 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$; vitesse de descente = $D_v \div S_R = 4,43 \times 10^{-4} \div 1,0 \approx \mathbf{4,4 \times 10^{-4} \text{ m/s}}$.

3. Rapport = $s \div S_R = 1,0 \times 10^{-4}$: la vitesse de la surface est dix mille fois plus petite que celle du jet ; $v_A \approx 0$ est **justifiée**.

4. Volume à évacuer : $1,0 \times 0,010 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$; $\Delta t = 1,0 \times 10^{-2} \div 4,43 \times 10^{-4} \approx \mathbf{23 \text{ s}}$.

Correction de l'exercice 19 : Confronter le modèle à la mesure

1. $v = 4,43 \text{ m/s}$; $D_v = 4,43 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 0,443 \text{ L/s}$; volume attendu en 60 s : **26,6 L**.

2. $21,0 \div 26,6 \approx \mathbf{0,79}$.

3. De plus, la **viscosité** (frottements au bord de l'orifice) réduit la vitesse ; le jet subit une **contraction** : sa section est plus petite que celle de l'orifice, donc le débit est inférieur à $s \times v$. Ensuite, le niveau peut aussi baisser si le réservoir n'est pas parfaitement maintenu plein.

4. Utiliser un orifice à bords arrondis, maintenir le niveau constant et mesurer la section du jet à la sortie.

Correction de l'exercice 20 : Dimensionner un jet d'arrosage

1. $D_v = 0,25 \text{ L/s} = 2,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$. $S_1 = \pi \times (0,0080)^2 = 2,01 \times 10^{-4} \text{ m}^2$, $v_1 \approx \mathbf{1,24 \text{ m/s}}$.
 $S_2 = \pi \times (0,0020)^2 = 1,257 \times 10^{-5} \text{ m}^2$, $v_2 \approx \mathbf{19,9 \text{ m/s}}$.
2. $P_1 - P_{\text{atm}} = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) = 500 \times (396 - 1,5) \approx \mathbf{1,97 \times 10^5 \text{ Pa}}$ (environ 2,0 bar).
3. $h = v_2^2 \div (2g) = 396 \div 19,6 \approx \mathbf{20 \text{ m}}$.
4. Par ailleurs, dans la réalité le jet atteint une hauteur bien plus faible : la résistance de l'air, la dispersion du jet en gouttes, la viscosité et les pertes de charge dissipent l'énergie ; 20 m est un maximum idéal.

Comment progresser après ce corrigé

Donc, pour chaque problème de fluide, commence par écrire la conservation du débit, puis choisis deux points sur une même ligne de courant et écris Bernoulli en repérant ce que l'on connaît (pression atmosphérique à l'air libre, vitesse nulle à la surface d'un grand réservoir). Puis vérifie toujours les unités : diamètres en mètres, sections en m^2 , débits en m^3/s . Refais les exercices 10, 12 et 17 sans regarder la correction.

Retour aux énoncés des exercices

Tout le chapitre « Écoulement d'un fluide et relation de Bernoulli » en terminale

- Le cours : Écoulement d'un fluide et relation de Bernoulli
- Les exercices : Écoulement d'un fluide et relation de Bernoulli
- Le TP : Écoulement d'un fluide et relation de Bernoulli
- Le corrigé du TP : Écoulement d'un fluide et relation de Bernoulli
- Le QCM : Écoulement d'un fluide et relation de Bernoulli
- Le contrôle : Écoulement d'un fluide et relation de Bernoulli
- Le corrigé du contrôle : Écoulement d'un fluide et relation de Bernoulli

Chapitre précédent : Fluides au repos et poussée d'Archimède (corrigé des exercices)

Chapitre suivant : Ondes, diffraction et interférences (corrigé des exercices)

Retrouve aussi tous les corrigés des exercices en terminale et le programme complet de sciences physiques en terminale.