TUTORAT UE 3b 2015-2016 – Biophysique
CORRECTION Séance n°3

Semaine du 08/02/2016 au 12/02/2016

Mécanique des fluides - Circulation
Mr Kotzki

QCM n°1 : A, D.

A. **Vrai :** ΔE = RQ = $\frac{8\eta}{\pi r^4}$ΔL × Q = $\frac{8\times3{,}7\times10^{-3}\times2{,}4\times10^{-3}}{\pi\times(4{,}5\times10^{-6})^4}$ × $\frac{1}{10^6}$ × $\frac{1{,}2\times10^{-6}}{60}$ = 1,1 kPa. Nous sommes ici en parallèle donc 1/Rtotale = N/R avec R la résistance globale et N le nombre de capillaires. Ici on utilise Rtotale donc nous avons R/N où R × $\frac{1}{N}$ et $\frac{1}{N}$ correspond au $\frac{1}{10^6}$.
B. Faux : cf Item A.
C. Faux : ΔE = Pentrée - Psortie => Psortie = Pentrée - ΔE = 14700 - 1103 = 13597 Pa.
D. **Vrai :** R.unitaire = $\frac{8\eta}{\pi r^4}$ΔL = $\frac{8\times3{,}7\times10^{-3}\times2{,}4\times10^{-3}}{\pi\times(4{,}5\times10^{-6})^4}$ = 5,5×10^{16} Pa.s.m^{-3}.
E. Faux : cf item D.

QCM n°2 : B, D.

A. Faux : la viscosité diminue lorsque la température augmente.
B. **Vrai.** F = η × S × $\frac{\Delta v}{\Delta x}$ avec F en kg.m.s^{-2}, S en m^2 et $\frac{\Delta v}{\Delta x}$ en s^{-1}. On trouve bien que η est en kg.m^{-1}.s^{-1} ou Pa.s ou Poiseuille.
C. Faux : le sang est un liquide non Newtonien car il est constitué de macromolécules et de cellules. Attention : pour la résolution des qcms calculatoires, on fera une approximation : on considèrera que le sang est un liquide newtonien de façon notamment à pouvoir appliquer la loi de Poiseuille.
D. **Vrai** : le régime d'écoulement est donné par le nombre de Reynolds R_e = $\frac{\rho.v.d}{\eta}$ et le débit impacte la vitesse donc le nombre de Reynolds.
E. Faux : la vitesse moyenne est inversement proportionnelle à la section : v_{moy} = $\frac{Q}{S}$ = $\frac{v_{max}}{2}$.

QCM n°3 : A.

A. **Vrai :** attention, la vitesse maximale s'exprime en fonction de la perte de charge par unités de longueur donc il ne faut pas oublier de diviser par la longueur. Vmax = $\frac{r^2}{4\eta}$ × $\frac{\Delta E}{\Delta L}$ = $\frac{(4.10^{-3})^2}{4\times6{,}6\times10^{-3}}$ × $\frac{5200}{4\times10^{-2}}$ = 78.8 m.s^{-1}.

B. Faux : cf item A.
C. Faux : Vmoy = $\frac{Vmax}{2}$ = 39.4 m.s^{-1}.
D. Faux : Q = = $\frac{\pi\times r^4}{8\eta}$ × $\frac{\Delta E}{\Delta L}$ = $\frac{\pi\times(4.10^{-3})^4}{8\times6{,}6\times10^{-3}}$ × $\frac{5200}{4\times10^{-2}}$ = 1.98 × 10^{-3} m^3.s^{-1}. Attention aux unités !!!
E. Faux : C'est l'inverse, la vitesse est maximale sur l'axe central des conduits pour devenir nulle au niveau des parois. On parle de profil de vitesse parabolique car l'écoulement est laminaire.

QCM n°4 : **B, E.**

A. Faux. S = $\frac{\pi \times d^2}{4}$ = 2 cm² = 2.10^{-4} m² <=> d = 0,015957 m. $R_e = \frac{\rho \times Vmoy \times d}{\eta} = \frac{1030 \times 0{,}45 \times \mathbf{0{,}015957}}{5.10-3}$ = 1479,28.

B. **Vrai**. Voir item A

C. Faux. $R_e = \frac{1030 \times 0{,}80 \times 0{,}0159}{5.10-3}$ = 2630.

D. Faux. Puisque le nombre de Reynolds est supérieur à 2400 mais inférieur à 10 000, le régime est transitoire et instable.

E. **Vrai.** Cette augmentation de la perte de charge entraîne une augmentation de la vitesse moyenne. Selon Reynolds, cela provoque une augmentation du nombre de Reynolds et si le seuil de 10 000 est dépassé, alors, le régime est turbulent et un souffle systolique vasculaire peut être détecté.

QCM n°5 : **A, B, D.**

A. **Vrai**. $R_e = \frac{\rho \times v \times d}{\eta}$ = 2000 => $v_1 = \frac{Re \times \eta}{\rho \times d} = \frac{2000 \times 7.10-3}{1040 \times 0{,}02}$ = 0,673m.s^{-1}, soit 67cm.s^{-1}.

B. **Vrai**. S = π×r² = 3,14.10^{-4} m². $Q_1 = S_1 \times v_1$ = 3,14.10^{-4}×0,673 = 2,11.10^{-4} m^3.s^{-1}.

C. Faux. Q = cte et donc que S×v = cte. Si la vitesse moyenne est augmentée, c'est parce que la section est réduite.

D. **Vrai**. On a dit que Q = S×v = cte, donc $Q_2 = Q_1 = S_2 \times v_2$. = $(S_1 \times 70\%) \times v_2$ = 2,11.10^{-4} m^3.s^{-1}.

$v_2 = \frac{Q}{S2} = \frac{2{,}11.10^{-4}}{0{,}7 \times \pi \times (1.10^{-2})^2}$ = 0,961m.s^{-1}. $r = \sqrt{\frac{S2}{\pi}} = \sqrt{\frac{2{,}199.10-4}{\pi}}$ = 0,00837m => $R_e = \frac{1040 \times 0{,}961 \times 0{,}0167}{7.10-3}$ = 2390.

$\frac{2390}{2000}$ = 1,195 soit environ 20% d'augmentation.

E. Faux. Pour une diminution de 30% de la section, on a eu une augmentation de 20% du nombre de Reynolds. Cela s'explique par le fait que pour le nombre de Reynolds, on se serve de S = π.r².Il n'y a donc pas de linéarité. De plus, on sait que d'abord le diamètre d = 2×r donc $d = 2 \times \sqrt{\frac{S}{\pi}}$ et ensuite la vitesse moyenne varie avec la section. Cela montre bien que dans la formule de Reynolds, la racine carrée nous expose une relation non linéaire.

QCM n°6 : **D.**

A. Faux. La loi de Poiseuille s'applique seulement dans **le cas d'**un régime laminaire.

B. Faux. R = (8η/πr^4).ΔL --> $R = \frac{8 \times 7 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3}}{\pi \times (5 \times 10^{-6})^4}$ = 1,14.10$^{\mathbf{17}}$ Pa.s.m^{-3} ATTENTION à la puissance !!

C. Faux. $R_{tubulaire}$ = ΔE/Q et $R_{glomérulaire}$ = ΔE/Q.

--> A.N. $R_{tubulaire} = \frac{(3{,}3-2{,}1) \times 10^3}{\frac{1{,}9}{60} \times 10^{-3}}$ = 3,8.10^7 Pa.s.m^{-3} et $R_{glomérulaire} = \frac{(7{,}7-7{,}3) \times 10^3}{\frac{1{,}9}{60} \times 10^{-3}}$ = 1,3.10^7 Pa.s.m^{-3}.

Rq : ATTENTION aux unités : les ΔE en Pa, et le débit en m^3.s^{-1} (pas en L.min^{-1} !!)

D. **Vrai**. $R_{globale}$ = ΔE/Q. --> A.N. $R_{globale} = \frac{(7{,}7-2{,}1) \times 10^3}{\frac{1{,}9}{60} \times 10^{-3}}$ = 1,8.10^8 Pa.s.m^{-3}.

E. Faux. $N_{capillaires\ tubulaires}$ = R / $R_{tubulaire}$.

--> A.N. $N_{capillaires\ tubulaires}$ = 1,1.10^{17} / 3,8.10^7 = 3,01.10^9 capillaires tubulaires.

QCM n°7 : **A, C, D.**

A. **Vrai**. l= v.dt → l = 0,1x60 = 6m.

B. Faux. V= v.dt.S → V = 0,1x60x5.10^{-4} = 3.10^{-3} m^3 = 3L.

C. **Vrai**. D= Sxv → D= 5.10^{-4}x0.1 = 5.$10^{-5}m^3.s^{-1}$.

D. **Vrai**.

E. Faux. Si la section diminue, la vitesse augmente pour que Q=S×v reste constant.

QCM n°8 : **A, B, E.**

A. **Vrai**.

B. **Vrai**. $P_L = P_T - 0{,}5\rho v^2$ → $v = \sqrt{\frac{2(P_T - P_L)}{\rho}}$ ≈ 70,71 m.s^{-1}.

C. Faux.

D. Faux. V ≈ 70,71x3,6 ≈ 254,56 km.h^{-1}.

E. **Vrai**.

QCM n°9 : **B, D.**

A. Faux. ΔP = 19 kPa = 19000/133,4 mmHg = 142,4 mmHg. Pour passer de Pa à mmHg on divise par 133,4.

B. **Vrai.** D'après la loi de Laplace, ΔP = $Ts_{plafond}\ (\frac{1}{r1} + \frac{1}{r2})$. D'où r2 = $\frac{1}{\frac{\Delta P}{Ts} - \frac{1}{r1}} = \frac{1}{\frac{19.10^3}{240} - \frac{1}{14.10^{-3}}}$ = 13 cm.

C. Faux. Cf B.

D. **Vrai.** D'après la loi de Laplace, ΔP = $Ts_{plancher}\ (\frac{1}{r1} - \frac{1}{r2})$. D'où r2 = 8,3 cm.

E. Faux. Cf D.

QCM n°10 : **B, E.**

A. Faux. La tension superficielle s'exprime en N/m.

B. **Vrai.**

C. Faux, c'est l'inverse.

D. Faux. Au plafond, la tension superficielle est plus faible car les rayons de courbure sont dans le même sens.

E. **Vrai.**

QCM n°11 : **A, B, E.**

A. **Vrai**. F= Force de traction → la surface à considérer est la section perpendiculaire à la force F. Cette section est égale au produit e x l. On a Ts = F/l, d'où l = F/Ts = $\frac{12}{10}$ = 1,2 m. Ainsi S = e x l = 0.005 x 1,2 = 0.006 m² = 60 cm².

B. **Vrai.** Cf A.

C. Faux. La contrainte σ = F/S = 12/0.006 = 2000 N.m^{-2} = 2 kN.m^{-2} Attention aux unités.

D. Faux.

E. **Vrai.** On a γ = σ / ε = 2000 / 0,02 = 0,1 MPa (avec ε=ΔL/L).

QCM n°12 : **C, E.**

A. Faux. Les cellules musculaires lisses conférant ce tonus de base sont présentes dans la média.

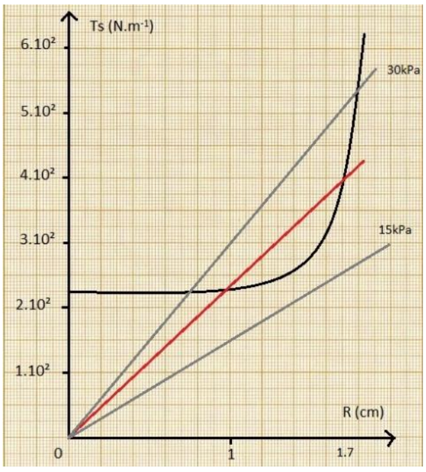
B. Faux. C'est l'inverse.

C. **Vrai**. D'où les complications sévères lors d'hypotensions sévères.

D. Faux. Décalage vers la gauche.

E. **Vrai**.

QCM n°13 : **A, B, E.**



A. **Vrai**..

B. **Vrai**. On trace d'abord la droite de ΔP passant par R_e=17 mm. On sait que Ts = ΔP×R. Par lecture graphique : pour R=1cm=0.01m → Ts =2,25.10^2 N.m^{-1}. Or, ΔP = $\frac{\text{Ts}}{\text{R}} = \frac{2{,}25.10^2}{1.10^{-2}}$ = 2,25.10^4 Pa = 22,5.10^3 Pa = 22.5 kPa.

C. Faux.

D. Faux. Quand la pression augmente, il y a une hypertension et donc une vasodilatation de l'artère.

E. **Vrai**. Quand la pression diminue il y a une hypotension et donc une vasoconstriction de l'artère. Si la diminution de la pression est importante, il peut y avoir une obstruction de l'artère (fermeture artérielle).
Pour vérifier si il y a fermeture artérielle, il faut tracer la droite correspondant à une pression de 15 kPa .Si P=15 kPa, pour r= 1cm→ Ts = ΔP×R =15.10^3 ×10^{-2} = 150 N.m^{-1} ➔ la droite correspondant à une pression de 15 kPa qui passe par l'origine (Ts=0 N.m^{-1} et R=0 cm) et par le point (Ts=150 N.m^{-1} et R=1 cm) (cf schéma ci-dessus) => Cette droite n'intercepte pas la diagramme tension rayon ➔ pas de rayon d'équilibre ➔ fermeture artérielle.

QCM n°14 : **C.**

A. Faux. $\Delta P = \frac{Ts}{R}$ donc $R = \frac{Ts}{\Delta P} = \frac{2.75 \times 10^2}{25000} = 11.10^{-3} m = 11 mm$. Attention aux unités.
B. Faux. $\Delta P = \frac{Ts}{R}$ donc $R = \frac{Ts}{\Delta P} = \frac{1.5 \times 10^2}{10000} = 15.10^{-3} \mathrm{m} = 15 \mathrm{~mm}$.
C. **Vrai**. $\Delta P = \frac{Ts}{R}$ donc $Ts = \Delta P \times R = 12500 \times 8.10^{-3} = 100 \; N.m^{-1}$.
D. Faux. $\Delta P = \frac{Ts}{R}$ donc $Ts = \Delta P \times R = 17500 \times 2.10^{-2} = 350 \; N.m^{-1}$
E. Faux. Il y a augmentation du collagène et diminution des fibres d'élastine et donc l'adaptation du rayon artériel aux variations de pression artériel est bien meilleure quand on est jeune.

QCM n°15 : **A, B, C, E.**

A. **Vrai,** la loi de Pascal dit que pour un liquide immobile, incompressible et isotherme nous avons la loi de la statique des fluides = équilibre d'un fluide immobile, avec P + ρgh = constante. Donc entre un point A et un point B, $P_A + \rho g h_A = P_B + \rho g h_B$; avec h_A la hauteur du cerveau d'un homme debout et h_B la hauteur des membres inférieurs. On a $h_A > h_B$ donc pour que les équations soient égales $P_A < P_B$.
B. **Vrai,** on peut même arriver jusqu'au seuil de 10 000 et donc passer dans un régime turbulent pouvant entrainer un souffle systolique cardiaque fonctionnel réversible par transfusion.
C. **Vrai :** la viscosité traduit l'importance des forces de frottements entre les couches moléculaires du fluide et des forces de frottements entre le fluide et les parois du conduit. Cela se traduit au travers de la relation présente à la diapo 74 du cours.
D. Faux. Dans le cas d'un fluide réel, la charge diminue lors de l'écoulement.
E. **Vrai.** Un fluide incompressible et parfait possède une charge constante E tout au long du conduit.