

# TUTORAT UE 3B 2013-2014 – Biophysique

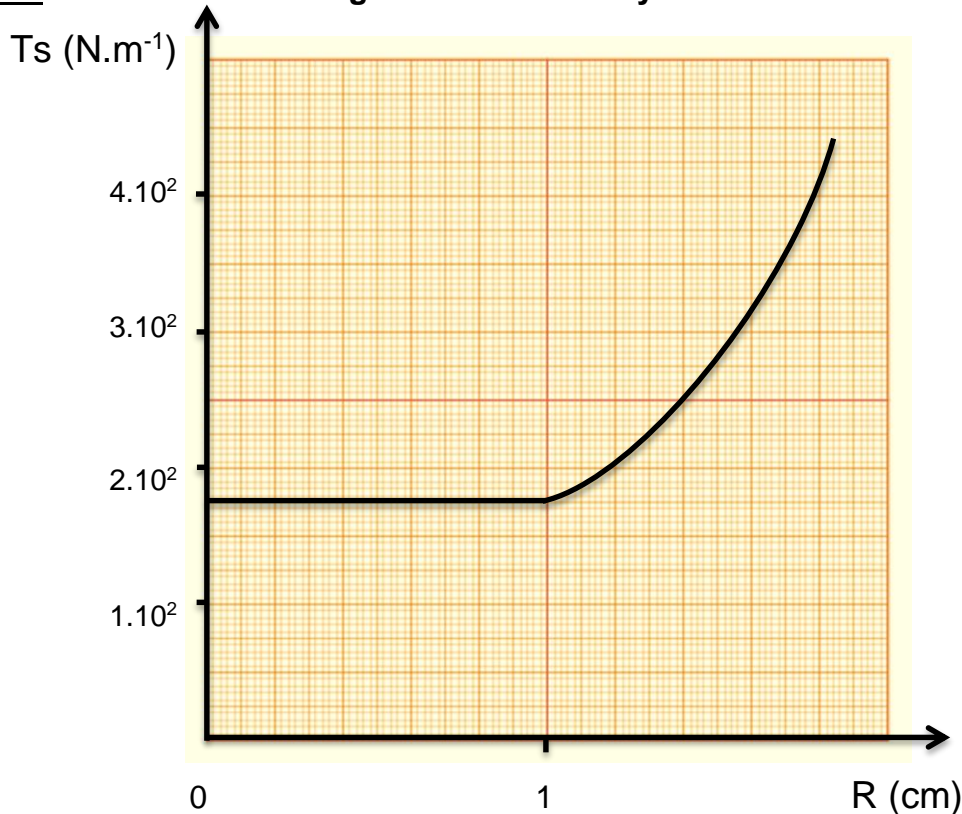
## Séance n°3 – Semaine du 17/02/2014

### Mécanique des fluides – circulation 2° partie Pr Kotzki

Séance préparée par Manon HOUOT, Simon MESTRALETTI, Zakaria LAHMAR,  
Clémence FUENTES et David HALLÉ

Constantes physiques:  $R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$  ; 1 Faraday = 96500C ;  
1 mmHg = 133,4 Pa ;  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$   
Dans les exercices, le sang est considéré comme un fluide newtonien.

QCM n°1 : On considère le diagramme tension-rayon suivant d'une artère rectiligne :



- Le diagramme de cette artère dépend de la structure histologique de sa paroi.
- Le rayon d'équilibre de l'artère associé à une pression transmurale de 20,6 kPa est entre 1,6 et 1,7 cm.
- Le rayon d'équilibre de l'artère associé à une pression transmurale de 22,6 kPa est entre 1,7 et 1,8 cm.
- La tension active correspond aux fibres musculaire et permet la modulation fine du diamètre de l'artère.
- La pente observée sur le diagramme pour des valeurs de rayons supérieures à 1 cm, diminue lorsque l'âge du patient augmente.
- Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°2 : (Suite du QCM précédent),** on considère maintenant que le rayon d'équilibre est égal à 14 mm.

- A. La paroi de l'artère est musculo-élastique.
- B. Pour une pression transmurale de 10kPa, on observe une fermeture artérielle.
- C. Pour une pression transmurale de 15kPa, on observe une fermeture artérielle.
- D. Pour une pression transmurale de 19kPa, on observe une vasodilatation artérielle.
- E. La composante élastique de la tension superficielle est de  $250 \text{ N.m}^{-1}$ .
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°3 :** Soit le diagramme tension-rayon d'une artère musculo-élastique présenté ci-contre.



- A. Le diagramme tension rayon d'une artère musculo-élastique est la résultante de la contribution successive des fibres musculaires, du collagène et de l'élastine.
- B. Pour une pression transmurale de 20 kPa, le rayon d'équilibre est d'environ 2,5 cm ce qui correspond à une tension superficielle d'environ  $5,5 \cdot 10^2 \text{ N.m}^{-1}$ .
- C. Pour une pression transmurale de 20 kPa, si la composante active de la tension augmente on assiste à un phénomène de vasodilatation car le Re stable augmente.
- D. Si la pression transmurale augmente significativement, on assiste à un phénomène de vasodilatation car le Re stable augmente.
- E. Lorsque la pression transmurale diminue de 20kPa à 10kPa on assiste à une fermeture artérielle.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°4 :** Le réseau capillaire rénal est constitué de deux réseaux capillaires glomérulaire et tubulaire en série. Le réseau glomérulaire est en amont du réseau tubulaire. Chacun d'eux est constitué de nombreux capillaires, tous identiques, de diamètre  $6 \mu\text{m}$  et de longueur  $1,5 \text{ mm}$  montés en parallèle. Le sang de viscosité  $4,6 \cdot 10^{-3}$  Poiseuille est considéré comme newtonien et l'écoulement est laminaire. Le débit sanguin est constant et vaut  $2 \text{ L.min}^{-1}$ . Au niveau du réseau glomérulaire, la pression à l'entrée des capillaires est de  $8,2 \text{ kPa}$ , celle à leur sortie est de  $7,5 \text{ kPa}$ . Elles sont de  $5,5 \text{ kPa}$  et  $2,3 \text{ kPa}$  respectivement à l'entrée et à la sortie du réseau tubulaire.

- A. La résistance associée à un capillaire est de  $2,2 \cdot 10^{17} \text{ Pa.s.m}^{-3}$ .
- B. La résistance associée à un capillaire est de  $1,4 \cdot 10^{20} \text{ Pa.s.m}^{-3}$ .
- C. La résistance globale à l'écoulement du réseau glomérulaire est de  $2,1 \cdot 10^7 \text{ Pa.s.m}^{-3}$ .
- D. La résistance globale à l'écoulement entre le début du réseau glomérulaire et la fin du réseau tubulaire est de  $1,8 \cdot 10^8 \text{ Pa.s.m}^{-3}$ .
- E. Le nombre de capillaires tubulaires est de  $10^{10}$ .
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°5 :** Soit un réseau capillaire constitué de  $10^6$  capillaires identiques en parallèle les uns des autres de  $2,5 \mu\text{m}$  de rayon et de longueur unitaire  $1,5\text{mm}$ . Le sang considéré comme newtonien, de viscosité  $4 \cdot 10^{-3}$  Poiseuille, traverse l'ensemble du réseau capillaire à débit constant de  $0,6\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ . L'écoulement est considéré comme laminaire. La pression à la sortie du réseau capillaire est de  $15\text{kPa}$ .

- A. La résistance associée à un capillaire est de  $3,9 \cdot 10^{17} \text{Pa}\cdot\text{s}^2\cdot\text{m}^{-3}$ .
- B. La résistance associée à un capillaire est de  $3,9 \cdot 10^{15} \text{Pa}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-3}$ .
- C. La résistance globale du réseau capillaire est de  $3,9 \cdot 10^{11} \text{Pa}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-3}$ .
- D. La perte de charge entre l'entrée et la sortie du réseau est de  $3,9 \text{kPa}$ .
- E. La pression à l'entrée du réseau capillaire est de  $11,1 \text{kPa}$ .
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°6 :** Dans une artère fémorale de  $10 \text{mm}$  de diamètre on estime la vitesse moyenne du sang à  $32,5 \text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ . Le sang est assimilé à un fluide newtonien de viscosité  $5,6 \cdot 10^{-3}$  Poiseuille et de densité de  $1,062$ .

- A. Le débit sanguin est égal à  $3 \text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ .
- B. Le débit sanguin est égal à  $2,6 \cdot 10^{-2} \text{L}\cdot\text{s}^{-1}$ .
- C. Le régime d'écoulement est laminaire.

**Une plaque d'athérome réduit de 50% le rayon de l'artère sans modifier le débit sanguin.**

- D. La vitesse du sang est doublée pour maintenir le débit constant.
- E. Le régime d'écoulement reste laminaire car le nombre de Reynolds diminue.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°7 :** Choisir la ou les propositions exactes.

- A. Dans un réseau de capillaire, le nombre de Reynolds est dépendant du nombre de capillaires à section globale constante.
- B. Une sténose vasculaire (diminution du diamètre d'un vaisseau) peut-être à l'origine d'un souffle systolique.
- C. Le théorème de Bernoulli s'applique dans les mêmes conditions que le théorème de Pascal.
- D. Pour un fluide Newtonien, la viscosité est dépendante de la température et de la pression.
- E. Pour un fluide non Newtonien, la viscosité est constante lorsque le taux de cisaillement diminue.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°8 :** On considère une artère fémorale de  $1 \text{cm}$  de diamètre et  $40 \text{cm}$  de long. Le débit dans cette artère est constant et vaut  $2,83$  litres par minute. On assimile le sang à un fluide newtonien de viscosité  $5 \cdot 10^{-3}$  Poiseuilles et de densité  $1,02$ .

- A. La vitesse moyenne du sang dans l'artère est de  $20 \text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ .
- B. L'écoulement du sang est turbulent.
- C. La vitesse maximale du sang dans l'artère est de  $0,4 \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .
- D. La vitesse maximale du sang dans l'artère est de  $1,2 \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .
- E. La résistance mécanique à l'écoulement du sang est de  $8,15 \cdot 10^6 \text{SI}$ .
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°9 :** Un vaisseau cylindrique d'épaisseur  $0,9\text{mm}$  et de  $16\text{mm}$  de diamètre est soumis à une contrainte qui provoque une augmentation relative de son rayon de  $16\%$ . Lors de l'application de cette contrainte la paroi du vaisseau exerce une tension superficielle de  $160 \text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ .

- A. La loi de Laplace traduit l'équilibre entre les forces de constriction et de dilatation.
- B. Après dissection longitudinale et aplatissage du vaisseau, on calcule le module de Young de sa paroi qui est de  $1,11 \cdot 10^6 \text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ .
- C. Après dissection longitudinale et aplatissage du vaisseau, on calcule le module de Young de sa paroi qui est de  $1,11 \text{MPa}$ .
- D. La variation de pression capable de maintenir le vaisseau à son rayon initial est de  $10 \text{kPa}$ .
- E. La variation de pression capable de maintenir le vaisseau à son rayon initial est de  $150 \text{mmHg}$ .
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°10 :** Le sang de viscosité  $4.10^{-3}$  Poiseuille et de densité 1,06 circule dans une artère horizontale de 2,2 mm de diamètre constant à une vitesse moyenne de  $25 \text{ cm.s}^{-1}$  également constante. La pression statique en un point A est de 28 kPa. L'écoulement est considéré comme laminaire.

- A. La pression statique en un point B situé 12 cm en aval est de 28,8 kPa.
- B. La pression statique en un point B situé 12 cm en aval est de 27,2 kPa.

**On considère maintenant que l'artère est verticale, l'écoulement se faisant du point A vers le point B.**

- C. Si B est situé 12 cm au-dessus de A, la pression en B vaut 26 kPa.
- D. Si B est situé 12 cm au-dessus de A, la pression en B vaut 28,5 kPa.
- E. Si B est situé 12 cm au-dessus de A, la pression en B vaut 213 mmHg.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°11 :** Un patient présente au repos un débit sanguin de  $4,3 \text{ L.min}^{-1}$  à la sortie de son ventricule gauche. La résistance périphérique totale du réseau d'aval est de  $6,1.10^8 \text{ Pa.s.m}^{-3}$ . Sa fréquence cardiaque est de 72 battements par minute et la systole dure 0,4s.

- A. La puissance fournie par le cœur est indépendante des propriétés mécaniques des parois de l'aorte et des gros vaisseaux et vaut 3,13 W.
- B. Si son aorte et ses gros vaisseaux sont totalement rigides, la puissance mécanique fournie par le cœur est de 1,5 W.
- C. Si son aorte et ses gros vaisseaux sont totalement rigides, la puissance mécanique fournie par le cœur est de 0,72 W.
- D. Si son aorte et ses gros vaisseaux sont parfaitement élastiques, la puissance mécanique fournie par le cœur est de 1,5 W.
- E. Si son aorte et ses gros vaisseaux sont parfaitement élastiques, la puissance mécanique fournie par le cœur est de 0,72 W.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°12 :** Concernant le travail cardiaque,

- A. L'aorte et les gros vaisseaux permettent d'absorber une partie de l'énergie en systole et de la restituer en diastole.
- B. Le travail cardiaque augmente lorsque le temps de diastole diminue (pour une durée constante du cycle cardiaque).
- C. Plus la capacitance des gros troncs est grande, plus le travail cardiaque est important.
- D. Le travail cardiaque diminue lorsque les résistances périphériques diminuent.
- E. Avec l'âge, la capacitance des gros troncs diminue, le cœur doit donc fournir plus d'énergie pour maintenir un débit sanguin suffisant.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°13 :** On s'intéresse ici à la crosse de l'aorte de diamètre interne 2,5 cm. La tension superficielle au niveau du plafond est de  $200 \text{ N.m}^{-1}$ . Au niveau du plancher, le rayon de courbure est de 6 cm. On sait par ailleurs qu'il faut ajouter 18 kPa à la pression externe pour obtenir la valeur de la pression interne dans l'aorte lors de l'éjection systolique.

- A. La tension superficielle au niveau du plafond est plus forte qu'au niveau du plancher, c'est pourquoi la paroi vasculaire y est plus épaisse.
- B. Le rayon de courbure au niveau du plafond est de  $5.10^{-3} \text{ m}$
- C. Le rayon de courbure au niveau du plafond est de  $1.10^{-1} \text{ m}$ .
- D. La tension superficielle au niveau du plancher est de  $284 \text{ N.m}^{-1}$ .
- E. La force de distension (pression transmurale) au niveau de la paroi vasculaire, est compensée par une force de constriction qui dépend de la composition de cette paroi.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.

**QCM n°14 : Les rayons de courbure de la crosse aortique d'un patient sont respectivement de 6 cm au niveau du plancher et de 10 cm au niveau du plafond. Lors de l'éjection systolique la pression transmurale atteint 35 kPa et la tension superficielle au niveau du plafond est estimée à 256 N.m<sup>-1</sup>.**

- A. Le rayon interne de la crosse aortique de ce patient est de 6,8 mm.
- B. Le rayon interne de la crosse aortique de ce patient est de 7,9 mm.
- C. La tension superficielle au niveau du plancher est de 318 N.m<sup>-1</sup>.
- D. La tension superficielle au niveau du plancher est de 244 N.m<sup>-1</sup>.
- E. Les anévrismes se retrouvent essentiellement au niveau du plancher car la tension superficielle y est plus élevée.
- F. Toutes les propositions précédentes sont fausses.