

CONTEXTE DU SUJET

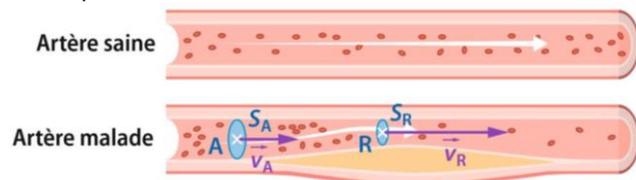
En France, un quart des décès liés au tabagisme sont causés par une maladie cardiovasculaire : l'athérosclérose. Elle se caractérise par l'apparition de dépôts dans les artères qui perturbent la circulation sanguine.



Comment la circulation du sang est-elle modifiée cas d'obstruction d'un vaisseau sanguin ?

**QUELQUES DOCUMENTS POUR VOUS AIDER !****Document 1 : Effets du tabac sur la circulation sanguine**

Le tabagisme favorise l'apparition d'athérosclérose, une maladie caractérisée par la formation de plaques sur la paroi interne des artères.



À un stade avancé de la maladie, la tension artérielle (différence entre la pression du sang et la pression atmosphérique), peut être assez faible pour que l'artère se ferme momentanément.

L'afflux du sang l'ouvre, puis elle se ferme de nouveau, provoquant une palpitation vasculaire qui peut être entendue à l'aide d'un stéthoscope.

Données :

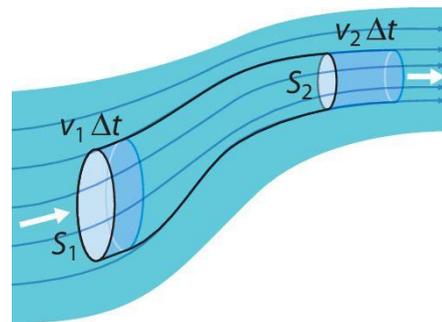
Diamètre de l'artère : $d_A = 1,0 \text{ cm}$

Vitesse du sang dans l'artère en l'absence de plaque d'athérome : $v = 20 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$

Masse volumique : $\rho_{\text{sang}} = 1,06 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Document 2 : Débit volumique, conservation et effet Venturi

Le débit volumique D_v est le volume de fluide qui s'écoule par unité de temps à travers la section droite S de la conduite qui délimite le mouvement du fluide.



S : section de la conduite perpendiculaire à l'écoulement (m^2)

D_v ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) $\rightarrow D_v = S \times v$ $\leftarrow v$: vitesse du fluide au niveau de la section S (supposée constante sur la section) ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Au cours de l'écoulement en régime permanent d'un fluide incompressible, il y a conservation du débit volumique. Ainsi $D_v = S_1 \times v_1 = S_2 \times v_2 = \text{constante}$

L'effet Venturi est observé lors de l'écoulement horizontal d'un fluide dans une conduite subissant un rétrécissement : une **dépression** se forme au niveau du **rétrécissement**.

Document 3 : Simulation de l'écoulement d'un fluide incompressible

[Capsule vidéo](#)

Document 4 : Relation de Bernoulli

Relation de Bernoulli

Elle s'applique dans les conditions suivantes :

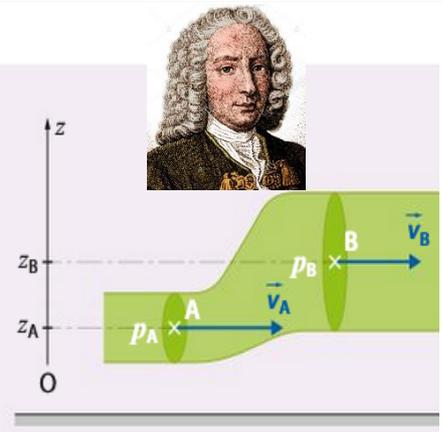
- un fluide non visqueux de masse volumique constante ;
- un écoulement sans tourbillon dans un champ de pesanteur uniforme ;
- la vitesse en un point du fluide est indépendante du temps.

La relation de Bernoulli s'écrit alors :

v_A : vitesse du fluide au point A ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
 p_A : pression au point A (Pa) ρ : masse volumique du fluide ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

$$\frac{\rho v_A^2}{2} + \rho g z_A + p_A = \frac{\rho v_B^2}{2} + \rho g z_B + p_B$$

z_A : altitude du point A (m) g : intensité du champ de pesanteur $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$



ANALYSER ET VALIDER

1. Calculer le débit volumique D_v dans l'artère, en $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$.

$$D_v = V / \Delta t = S \times v = \pi \times R^2 \times v = \pi \times 1,0^2 \times 20 = 63 \text{ cm}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 6,3 \times 10^{-2} \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$$

2. Dédire de la conservation du débit sanguin l'effet d'une plaque d'athérome sur la vitesse du sang au niveau de la plaque.

$$S_A \times v_A = S_R \times v_R, \text{ comme } S_R < S_A \text{ alors } v_R > v_A$$

3. Juste avant le rétrécissement, la tension dans l'artère p_A est de 16 kPa. Estimer le diamètre d_R au niveau du rétrécissement pour lequel la tension s'annule en supposant le patient allongé.

3 D'après la relation de Bernoulli, en supposant $z = \text{cte}$ (patient allongé) :

$$p_R + \frac{1}{2} \rho_{\text{sang}} v_R^2 = \frac{1}{2} \rho_{\text{sang}} v_A^2 + p_A$$

Avec $S_A \times v_A = S_R \times v_R$ et $\frac{S_A}{S_R} = \frac{d_A^2}{d_R^2}$, il en découle :

$$v_R = v_A \times \frac{S_A}{S_R} = v_A \times \frac{d_A^2}{d_R^2}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \rho_{\text{sang}} v_A^2 + p_A &= p_R + \frac{1}{2} \rho_{\text{sang}} \left(v_A \times \frac{d_A^2}{d_R^2} \right)^2 \\ &= p_R + \frac{1}{2} \rho_{\text{sang}} v_A^2 \times \frac{d_A^4}{d_R^4} \end{aligned}$$

En prenant $p_R = 0$ (limite pour laquelle l'artère se ferme) :

$$\frac{d_A^4}{d_R^4} = 1 + 2 \times \frac{p_A}{\rho_{\text{sang}} \times v_A^2} = 754,7$$

On en déduit $d_R = 0,19 \times d_A = 1,9 \text{ mm}$.

4. En déduire ce qui est observé lorsque $d < d_R$ et expliquer pourquoi l'athérosclérose à un stade avancé peut être détectée à l'aide d'un stéthoscope.

On aura $v > v_R \rightarrow$ l'afflux rapide de sang va rouvrir l'artère qui va ensuite se refermer \rightarrow palpitation

5. Justifier le principe de Bernoulli : « Dans le flux d'un homogène et incompressible soumis uniquement aux forces de pression et de pesanteur, une accélération se produit simultanément avec la diminution de la pression. »

On voit bien que si $v_R > v_A$ alors $p_A - p_R > 0$ donc $p_A > p_R$