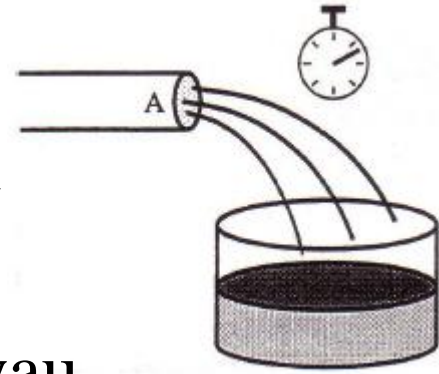


5. Hydrodynamique

Débit (الصبيب)



Débit volumique : mesure la variation du volume du liquide écoulé en fonction du temps

$$Q_v = \frac{dV_{liq}}{dt}$$

ou

$$Q_v = S.v$$

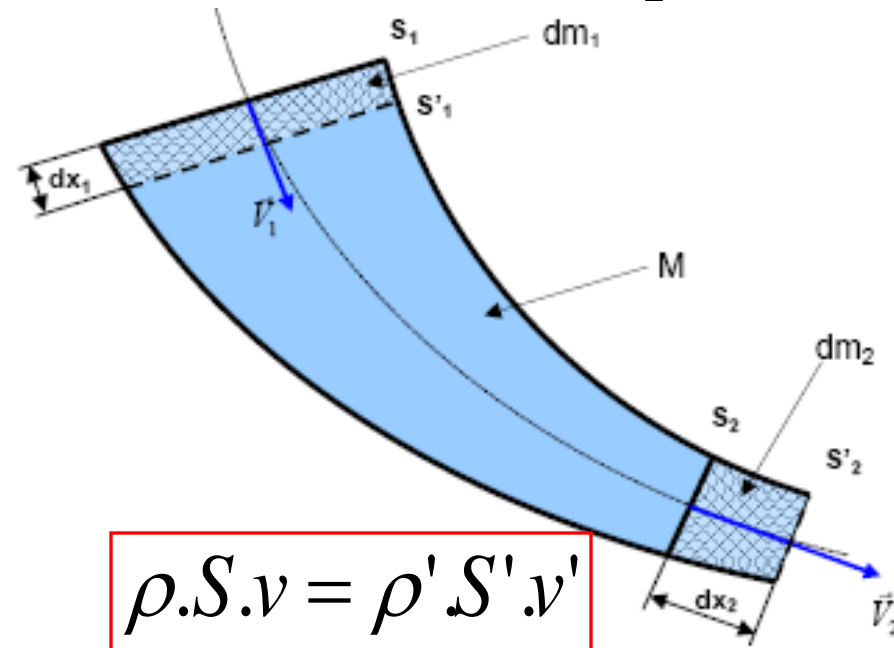
S : section du tuyau

v : vitesse d'écoulement du liquide.

Débit massique : mesure la variation de la masse du liquide écoulé en fonction du temps

$$Q_m = \frac{dm_{liq}}{dt} = \rho Q_v$$

ρ masse volumique du liquide



$$\rho.S.v = \rho'.S'.v'$$

Équation de continuité :

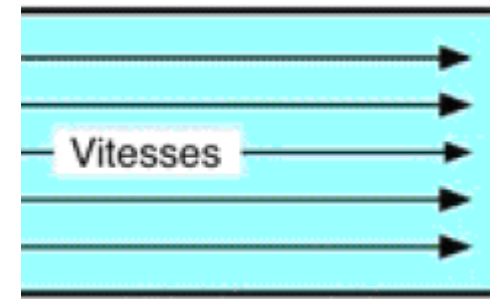
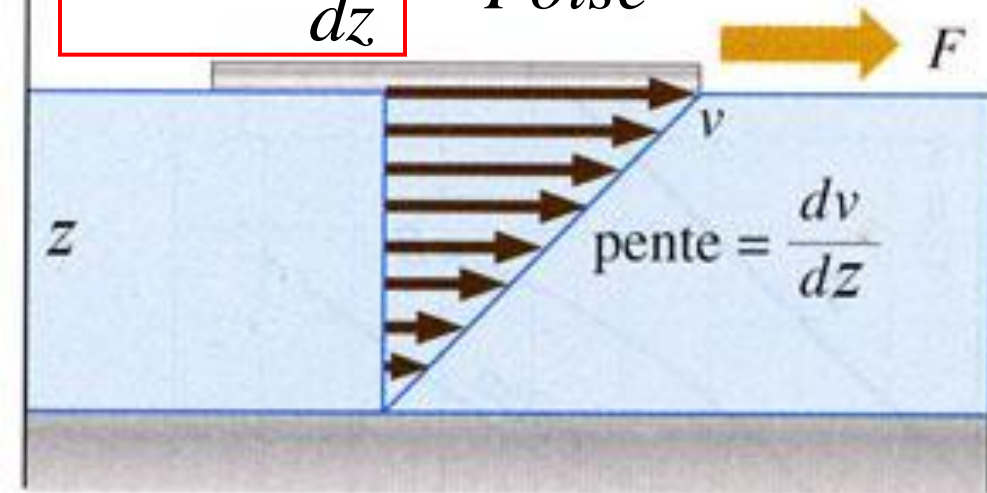
conservation de la masse pour un écoulement permanent : ni source ni siphon (ni ajout ni perte de masse)

Viscosité (الزوجة)

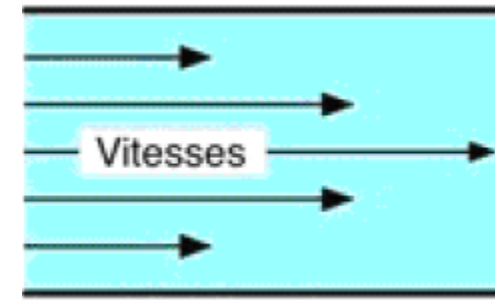
Caractérise les frottements internes, la capacité du fluide à empêcher son écoulement. Les couches de fluide ont des vitesses différentes.

$$F = \mu S \frac{dV}{dz}$$

Unité : Pa.seconde ou Poise



Liquide non visqueux



Liquide visqueux

Viscosité μ , F force de frottement qui s'oppose au glissement entre deux couches de fluide distantes de dz , S : surface de contact, et dV la différence de vitesse d'écoulement dans les couches.

μ dépend de la température

eau	10^{-3} Pa.s
Hg	$1,5 \cdot 10^{-3}$ Pa.s
Acétone	$0,3 \cdot 10^{-3}$ Pa.s
Miel	20
Sang (37°C)	$6 \cdot 10^{-3}$ Pa.s

Équation de Bernoulli (1700-1782)

Application du théorème de l'énergie cinétique à un élément de fluide de masse dm en écoulement entre 2 instants t (AB) et $t+dt$ (A'B')

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} dm(V_B^2 - V_A^2)$$

Travail du poids

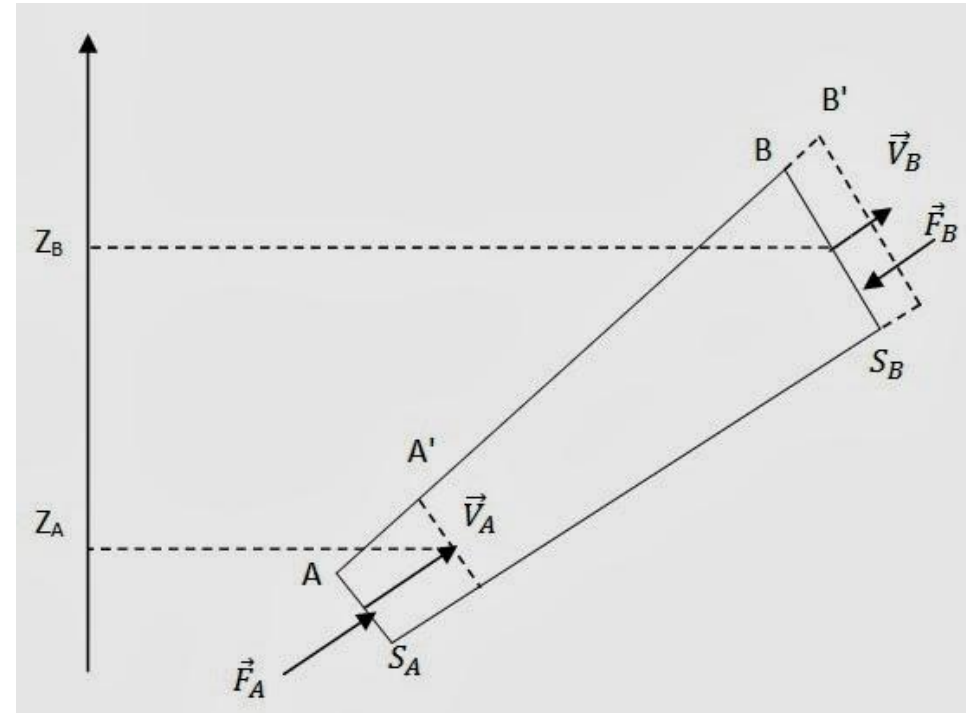
$$W = E_p^1 - E_p^2 = dm \cdot g \cdot (z_A - z_B)$$

Travail des forces de pression

$$W_p = (P_A S_A)(V_A dt) - (P_B S_B)(V_B dt)$$

Conservation de la masse

$$dm = \rho S_A V_A dt = \rho S_B V_B dt$$



$$\frac{1}{2} \rho V^2 + P + \rho g z = Cte$$

*Fluide parfait
incompressible non visqueux*

Applications : Tube de Venturi

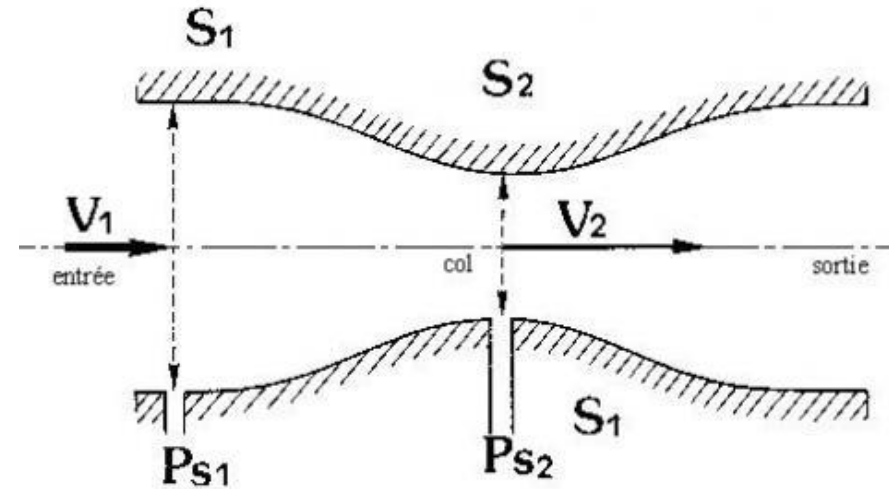
L'écoulement est horizontal : $z = Cte.$

$$\rho \frac{V_1^2}{2} + P_1 = \rho \frac{V_2^2}{2} + P_2$$

$$S_1 V_1 = S_2 V_2 \rightarrow V_2 = \frac{S_1}{S_2} V_1 > V_1$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho \left[\left(\frac{S_1}{S_2} \right)^2 - 1 \right]}}$$

Dans le cou, la vitesse du liquide augmente et sa pression diminue

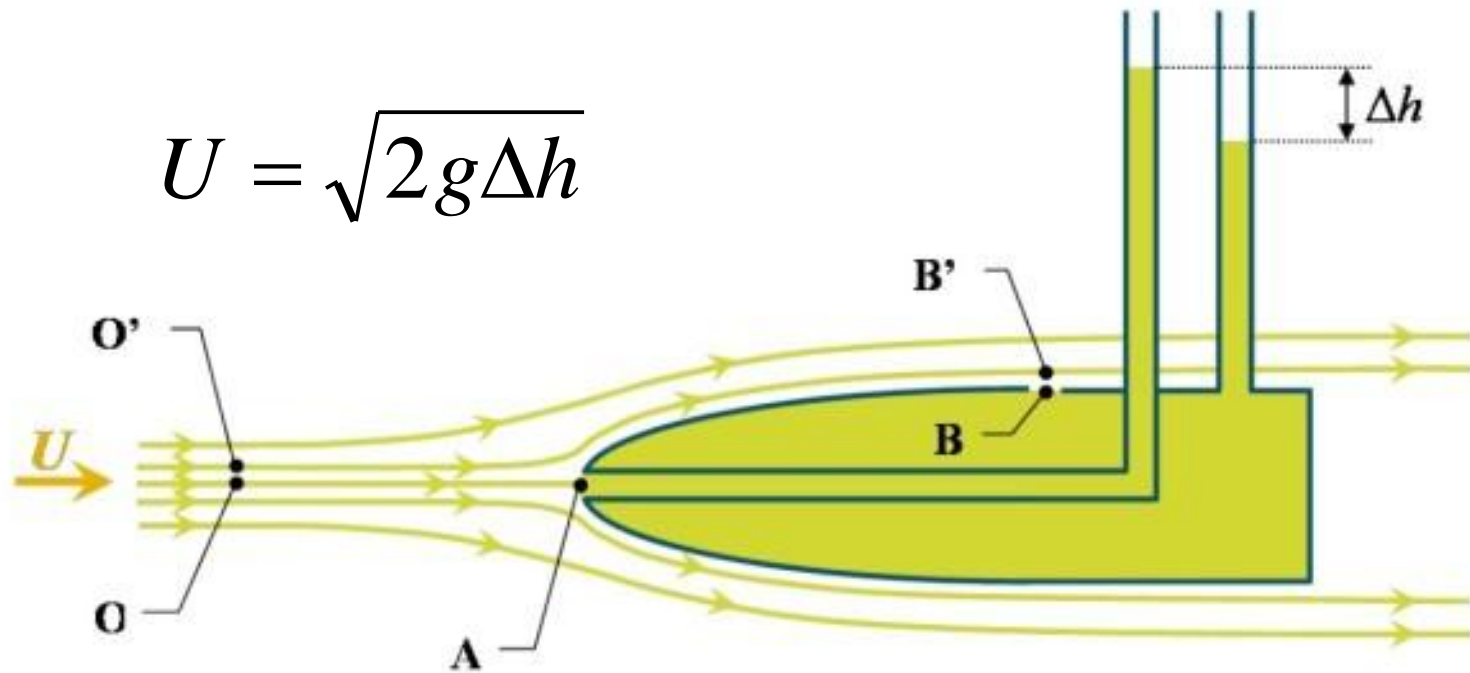


Le tube de Venturi permet de mesurer le débit du fluide connaissant la différence de pression puisque : $Q_v = \rho S V$

Le vent en haut de la montagne est plus fort qu'à la base
Accélérer le vidage par étranglement

Applications

- Tube de Pitot : Mesure de la vitesse du fluide

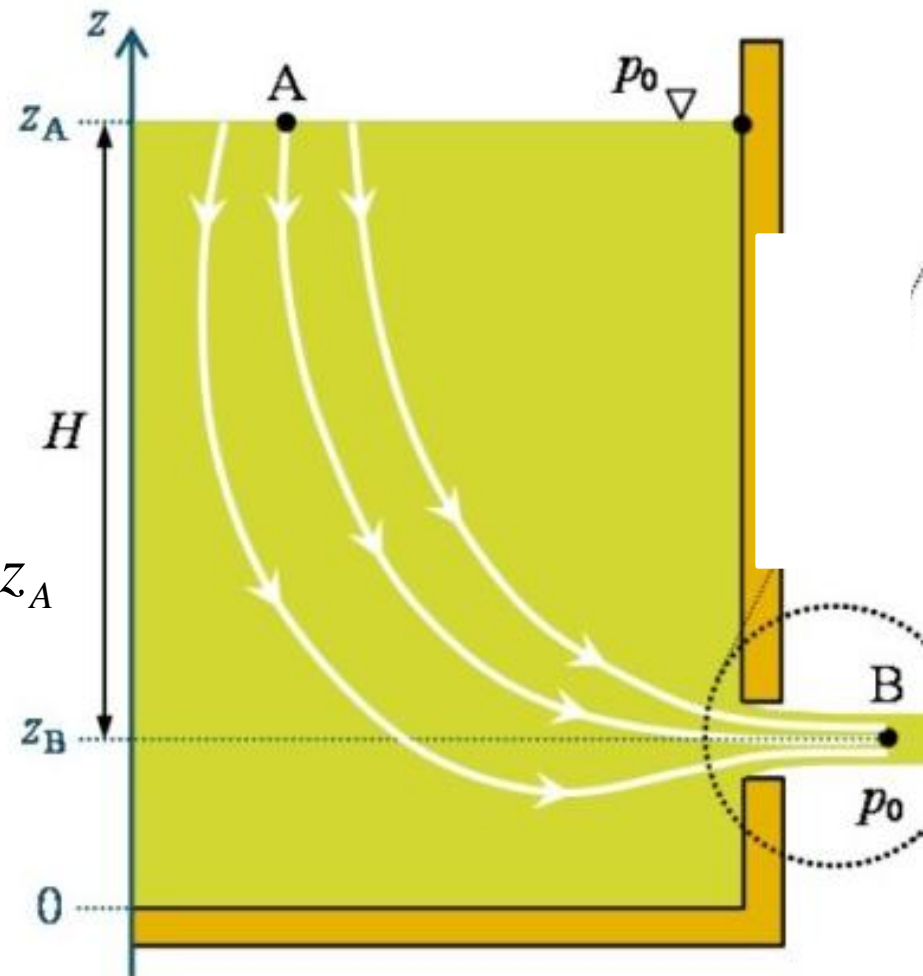


Vidage d'un réservoir

A partir de l'équation de Bernoulli, on démontre la formule de Torricelli, liquide supposé parfait :

$$P_0 + \frac{1}{2} \rho V_B^2 + \rho g z_B = P_0 + \frac{1}{2} \rho V_A^2 + \rho g z_A$$

$$V_B^2 - V_A^2 \approx V_B^2 = 2gH$$

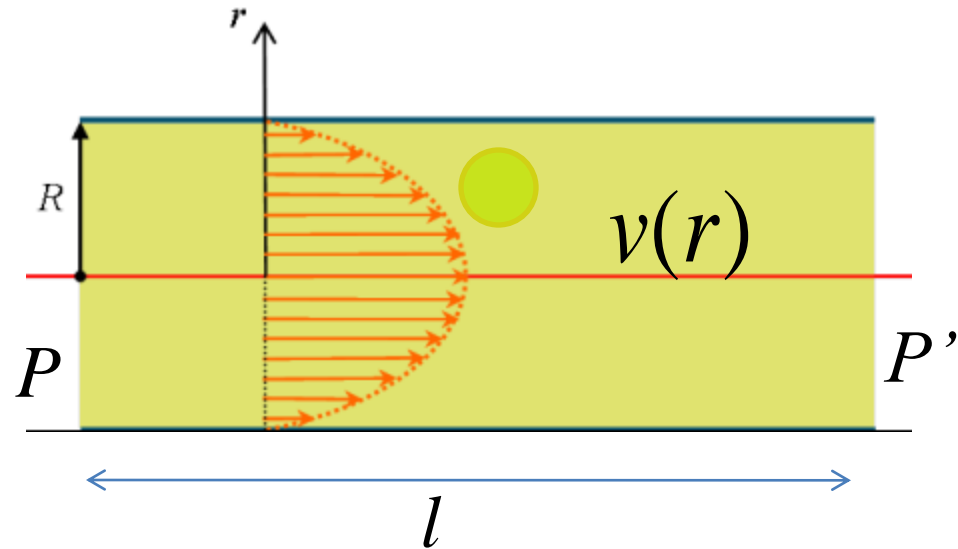


Dynamique des fluides visqueux

Loi de Poiseuille

Le profil des vitesses en fonction de la distance aux parois est parabolique, elle est constante sur l'axe :

$$v(r) = u_{\max} \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)$$



Le débit volumique est donné par la loi de Poiseuille

$$Q_v = \frac{\pi R^4 (P - P')}{8 \mu l}$$

μ viscosité

Le fluide s'écoule de la haute pression vers la basse pression
 $P > P', Q_v > 0$

Capillarité

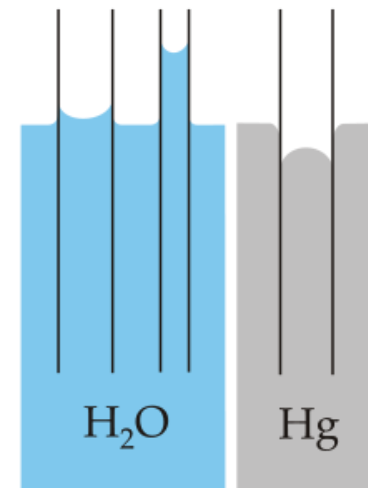
Tension superficielle *Les molécules à la surface libre d'un liquide sont retenues par des forces internes. La surface du liquide se comporte comme une membrane tendue (tension superficielle) : La surface libre d'un liquide se place naturellement pour être la plus petite possible (goutte sphérique)*

Effet capillaire : *l'eau monte plus haut dans un tube étroit.*

loi de Jurin :

$$h = \frac{2 \cdot \gamma \cdot \cos(\theta)}{r \cdot \rho \cdot g}$$

h hauteur du liquide ;
 γ la tension superficielle du liquide ;
 θ angle de contact entre le liquide et la paroi du tube
 ρ masse volumique du liquide
 r rayon du tube ;
 g accélération de la pesanteur

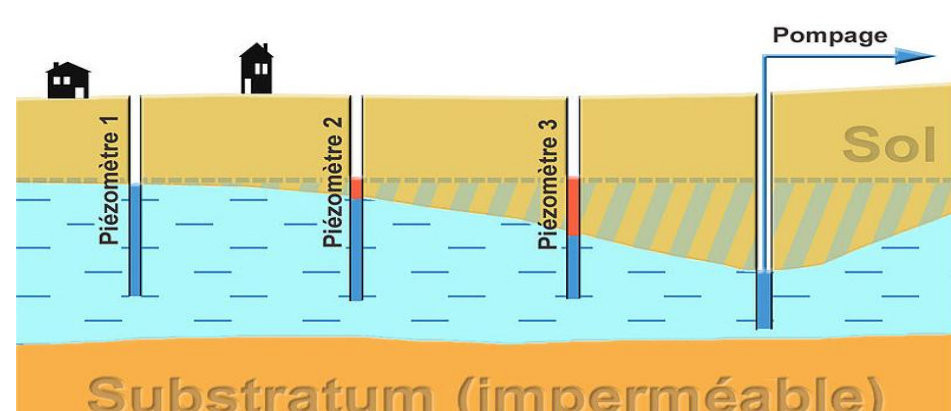
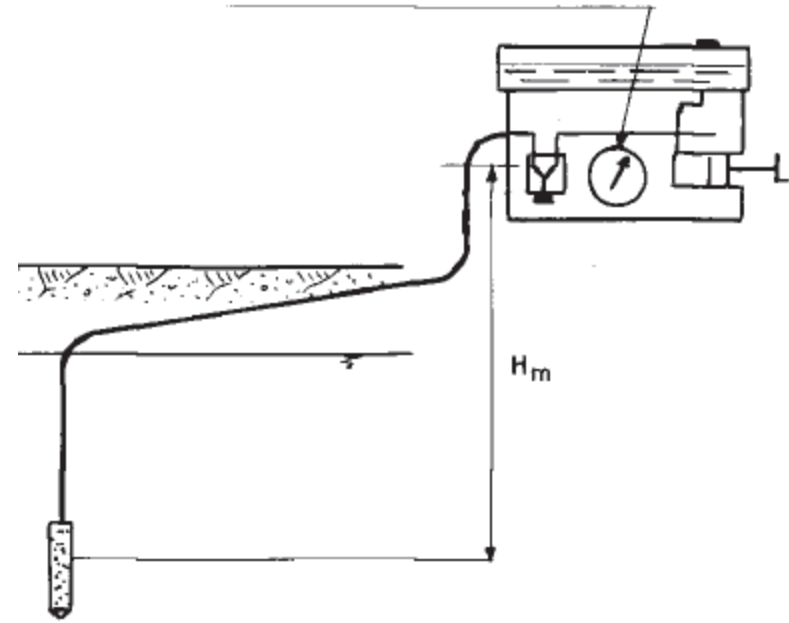


Sonde Piézométrique

C'est un **capteur de pression**. Il permet de déterminer la **profondeur** d'une nappe phréatique. Il est utilisé dans des prélèvements pour analyses chimiques et étude hydrogéologique de la **nappe phréatique** et le risque de contamination.

$$p = P_{lue} + \rho_{eau} H_m g$$

P. Pression lue au manomètre



Position et pression sanguine

Au passage **rapide** de la position couché (pression constante = 100 mm) à la position debout :

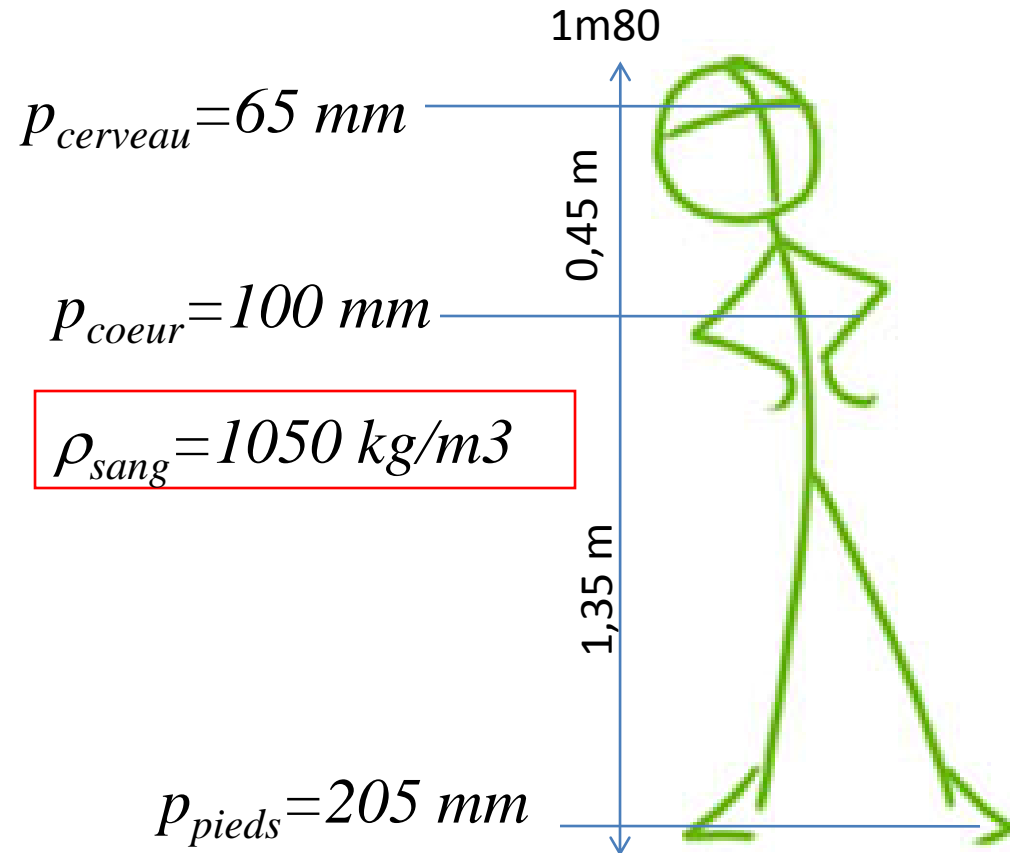
1. Réduction de la pression hydrostatique et du débit du sang au niveau du cerveau

→étourdissements et même évanouissement

2. Hausse de la pression hydrostatique et du débit dans les membres inférieurs

→étirements dans les vaisseaux sanguins causant une accumulation de sang

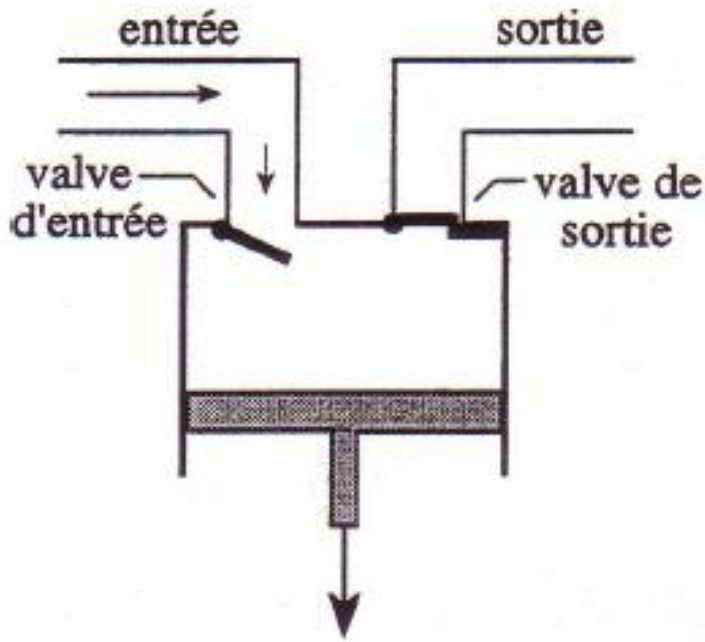
Le corps développe les réactions adéquates pour rétablir le débit normal



Ce sont les pressions relatives

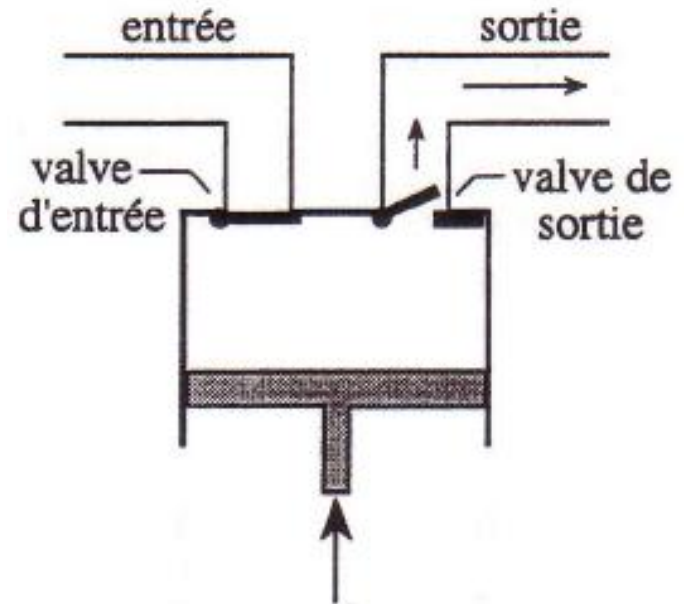
$$P_{rel} = P_{abs} - P_{ext}$$

Pompe aspirante-foulante



Piston tiré vers le bas

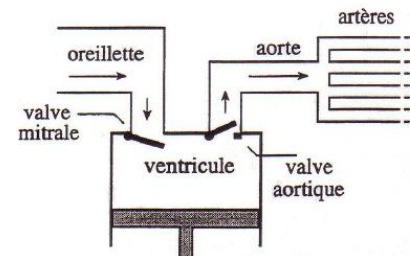
Augmentation du volume, sous-pression, écoulement du liquide par le tuyau d'entrée.



Piston poussé vers le haut

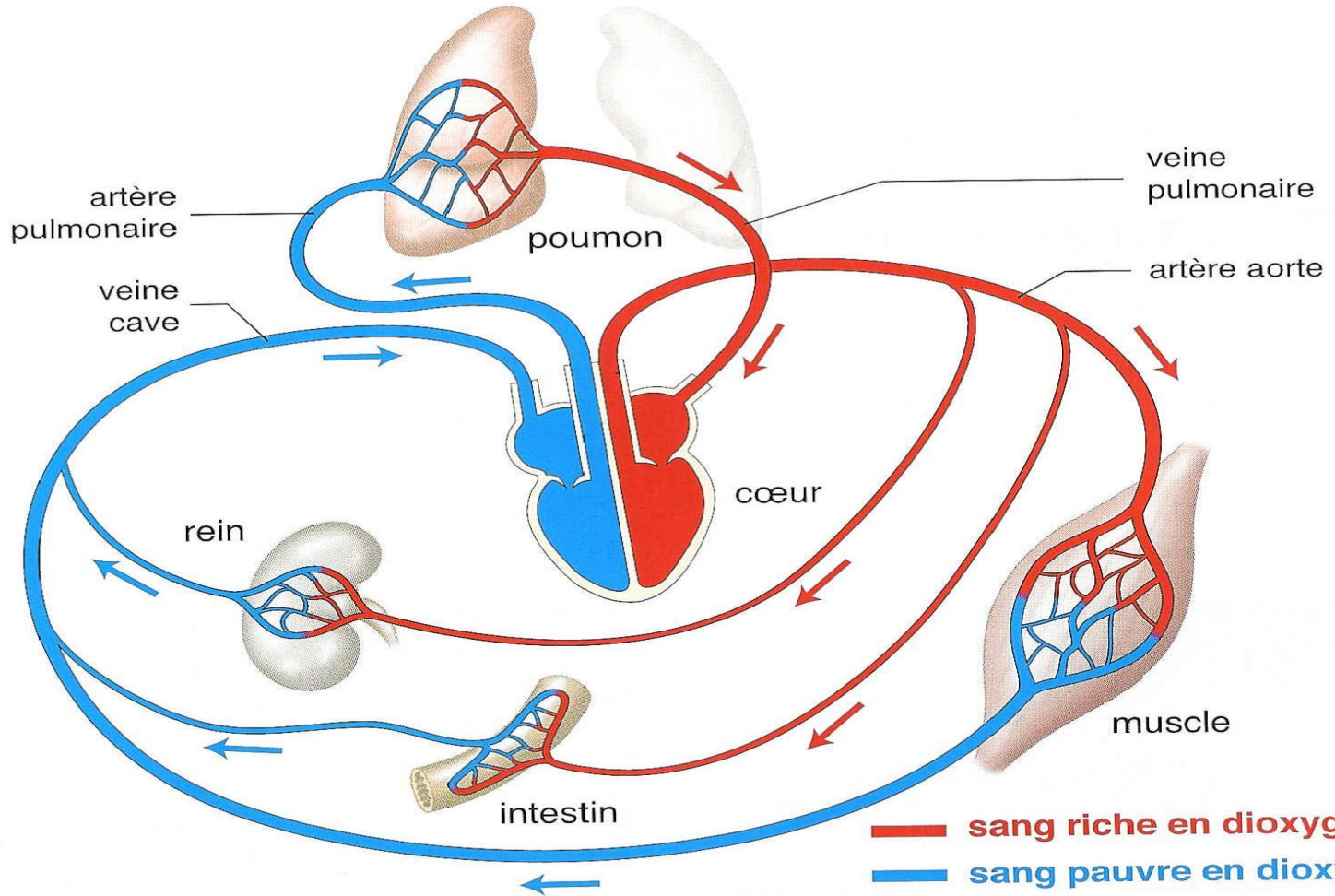
Réduction du volume, surpression, écoulement du liquide dans le tuyau de sortie (blocage de la valve d'entrée).

Le cœur et la circulation sanguine



circulation
pulmonaire

*Ibn Al
Nafis
1242*

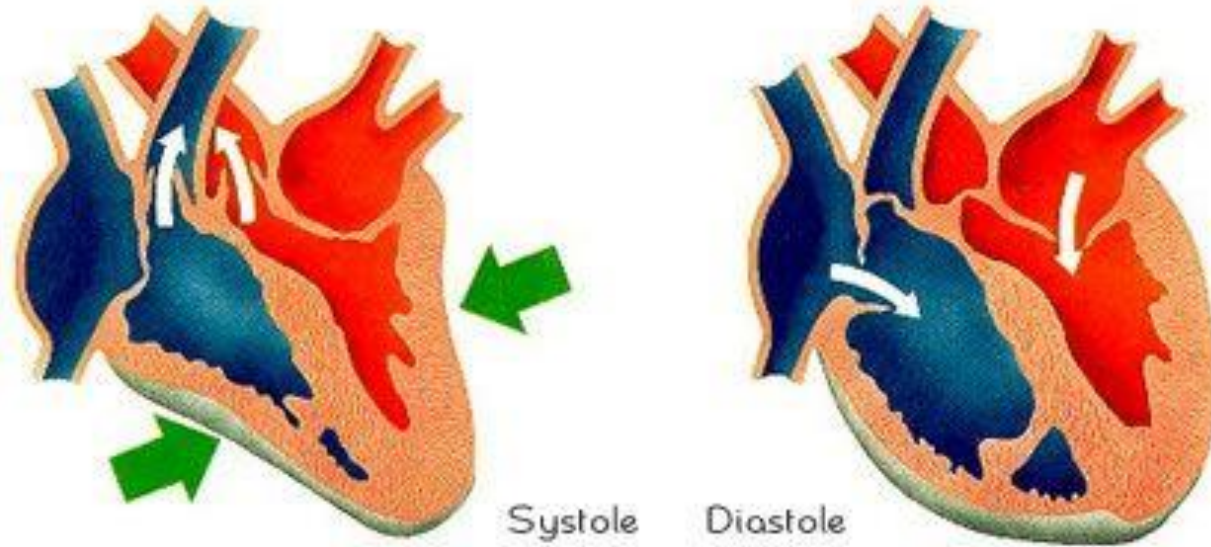


circulation
générale

*William
Harvey
1628*

Le sang utilisé arrive par les veines (oreillette droite), il est évacué vers les poumons pour oxygénation. Il est ensuite aspiré puis foulé vers les organes du corps .

Pression artérielle



Plus de détail dans
cours Collège
Maisonnette 5. 7

*C'est la pression du sang dans les artères ou **tension artérielle** (pression exercée par le sang sur la paroi des artères).*

*La **pression systolique (PAS)** est la pression maximale, au moment de la contraction du cœur (systole) : environ 130 mm Hg (relative) chez une personne normale*

*la **pression diastolique (PAD)** est la pression minimale, au moment du « relâchement » du cœur (diastole) : environ 80 mm Hg*