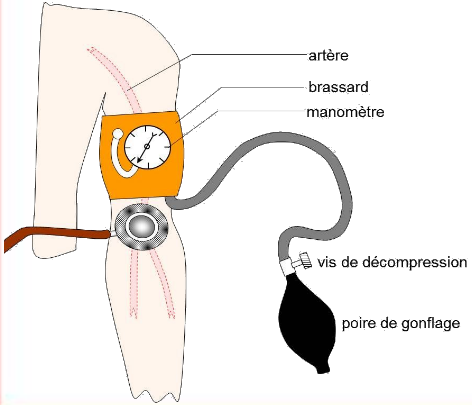
PASS/LAS

Biophysique de la circulation

Mécanique des Fluides



Stage de Pré-Rentrée 2025
Pôle Biophysique/Physiologie

Inspiré du cours du Professeur Salaün

Petit message d’avertissement avant de commencer :

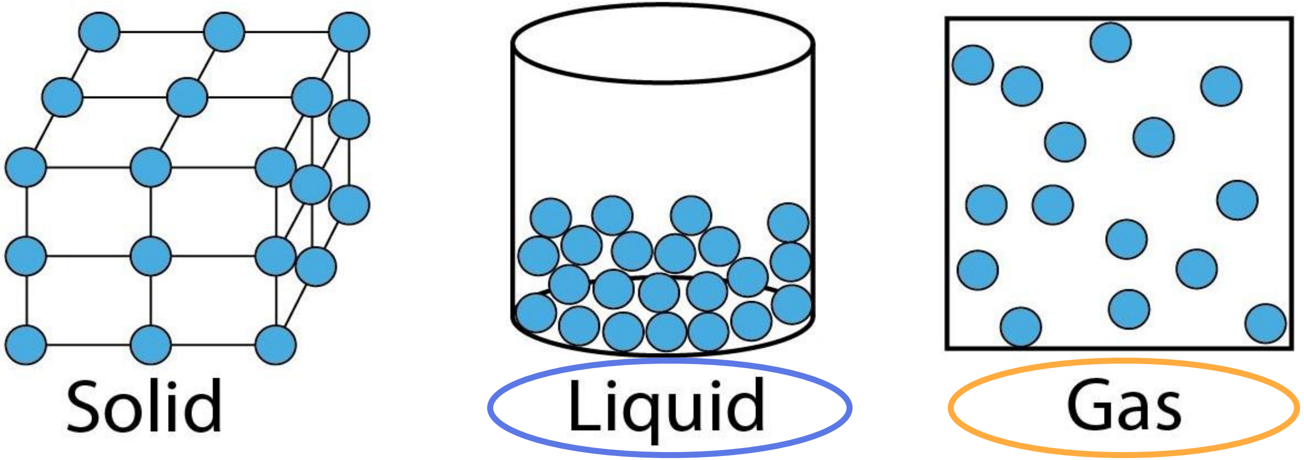
Nous vous rappelons que ce diaporama, réalisé par des étudiants, est une aide et **non un support de cours officiel** et ne peut donc pas être considéré comme un ouvrage de référence lors de l’examen de PASS ou de L.AS.

Il se base sur le **cours de l’année précédente** qui peut être **amené à être modifié** dans sa forme et son contenu au bon vouloir du professeur.

Have fun ;)

Sommaire

1. Définitions



- Occupe un volume **défini**
- **In**compressible
- **In**extensible
- Pas de forme propre

- Occupe un volume **NON défini**
- Compressible
- Extensible
- Pas de forme propre

1. Définitions

Fluide

Gaz

Liquide

= incompressible

Liquide **Parfait**

- Absence de frottement
- Absence de viscosité
- Pas de perte d’énergie à l’écoulement

Liquide **Réel**

- Frottements intermoléculaires
- Viscosité
- Perte d’énergie à l’écoulement

2. Statique au sein d’un fluide incompressible

2. Statique au sein d’un fluide incompressible

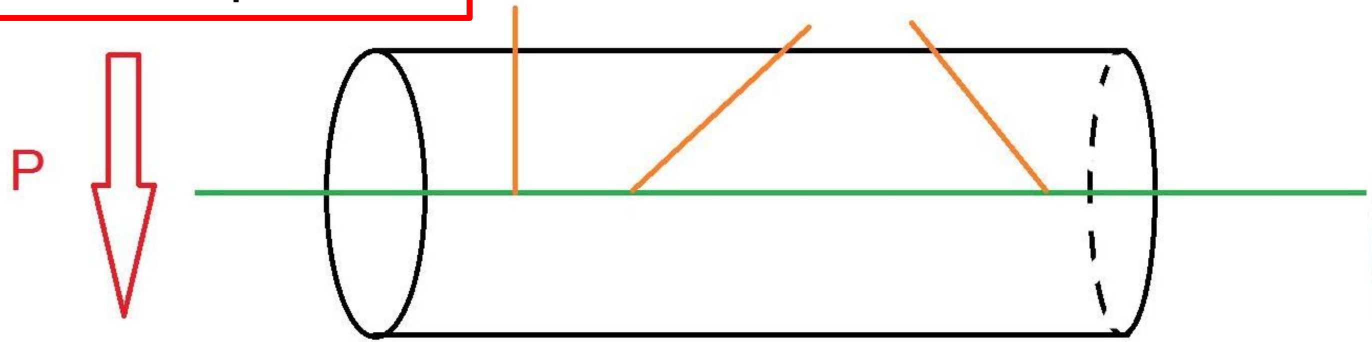
A. Définition

Au sein d’un liquide **statique**, un capteur recueille une pression qui :

- Est **indépendante** de l’orientation du capteur

- Est **identique** pour tous les points d’un même niveau.

- Augmente avec la **profondeur**



2. Statique au sein d'un fluide incompressible

A. Définition

La **pression P (N/m^2)** est le résultat d'une **Force F (Newton, N)** sur une **Surface S (m^2)**. L'unité de la pression est le **Pascal (Pa)**.

$$P = F/S = [N/m^2] = [kg \,.\, m^{-1} \,.s^{-2}] = [Pascal]$$

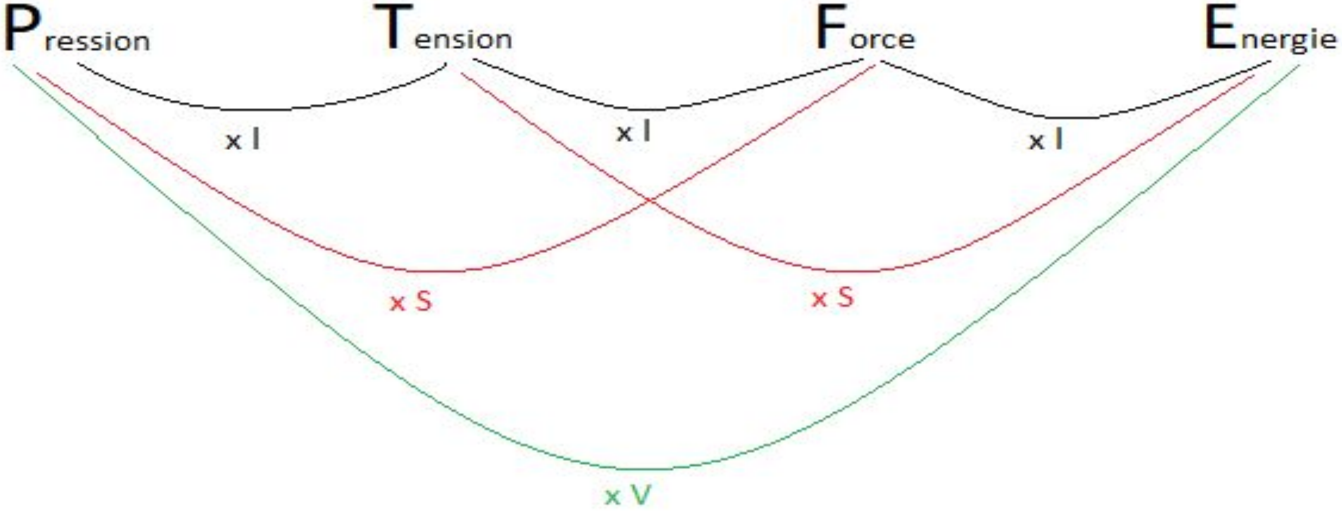
$$\text{Car } [N] = [kg \,.\, m.\, s^{-2}]$$

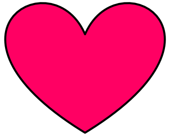
La **pression** est aussi le résultat d'une **énergie** sur un **volume**.

2. Statique au sein d'un fluide incompressible

A. Définition

	Pression	Tension	Force	Energie
Dimensions	$M.L^{-1}.T^{-2}$	$M.T^{-2}$	$M.L.T^{-2}$	$M.L^{2}.T^{-2}$
Unités système international	1 $kg.m^{-1}.s^{-2}$	1 $kg.s^{-2}$	1 $kg.m.s^{-2}$	1 $kg.m^{2}.s^{-2}$





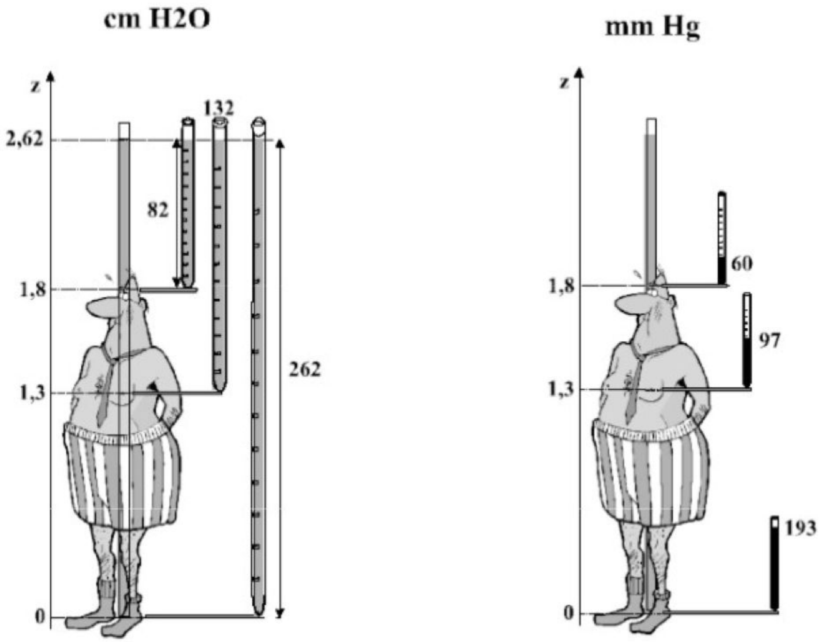
2. Statique au sein d'un fluide incompressible
A. Définition

Mais il existe différentes unités de Pression :

1 atm = 1013 <u>hPa</u> (101 300 <u>Pa</u>)

1 cmH_2O = 98 <u>Pa</u>
1 mmHg = 133.2 <u>Pa</u>
1 mmHg = 1 **torr**

1 bar = 100 <u>kPa</u> =10^5 <u>Pa</u>
1 atm = 760 **mmHg**



2. Statique au sein d’un fluide incompressible

B. Loi de Pascal

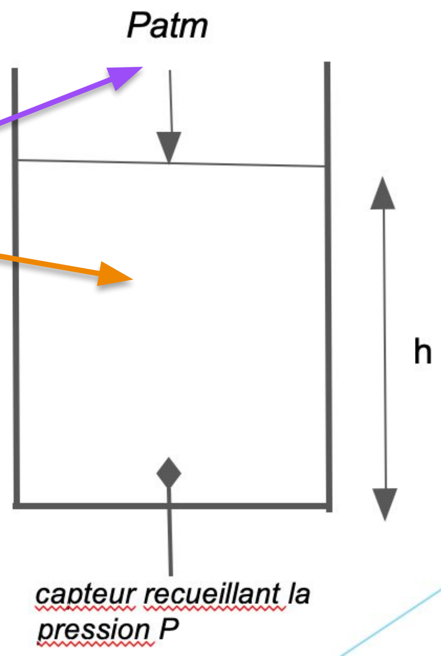
La **loi de Pascal** définit la **pression** au sein d’un liquide **STATIQUE** *(fluide immobile, incompressible et de masse volumique uniforme).*

Dans une colonne d’eau :

$$P = \rho g h + P_{atm}$$

= **Poids de la colonne d’eau**

\+ **poids de la colonne d’air**



Avec :

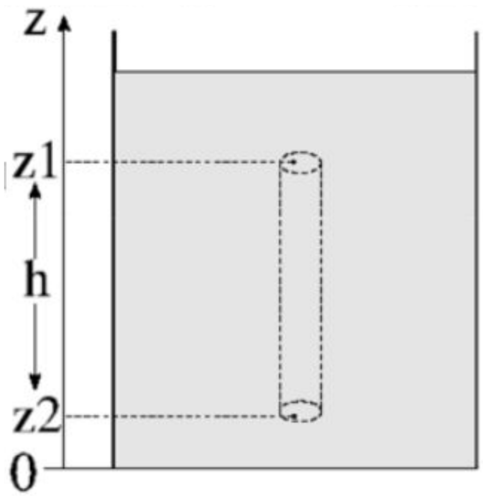
- **P** = pression au sein du liquide (en pascal)
- **Patm** = pression atmosphérique au dessus du liquide (en pascal)
- **ρ** = masse volumique (en $kg.m^{-3}$)
- **g** = intensité de la pesanteur (en $m.s^{-2}$)
- **h** = hauteur de la colonne de liquide (en m)

2. Statique au sein d'un fluide incompressible
B. Loi de Pascal

Formule à connaître - <u>Loi de Pascal</u> :

$$\boxed{P_{z2} - P_{z1} = \rho g h}$$

Avec h = dz = z2 - z1



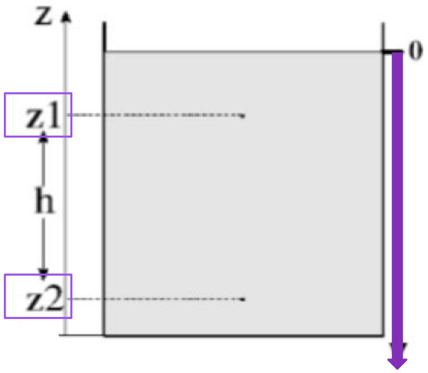
L'orientation dans l'espace est importante !

“ *L’orientation dans l’espace est importante* ” - En profondeur :

Formule à connaître - Loi de Pascal :

$$\boxed{P_{z2} - P_{z1}} = \boxed{\rho g h}$$

Avec h = dz = z2 - z1



$$P_{z2} - P_{z1} > 0$$

car la pression augmente avec la profondeur

$\varrho > 0$ $g > 0$ h ?

h $\leftrightarrow$ dz $\leftrightarrow$ z2 - z1 or **z2 > z1**

donc h = z2 - z1 > 0

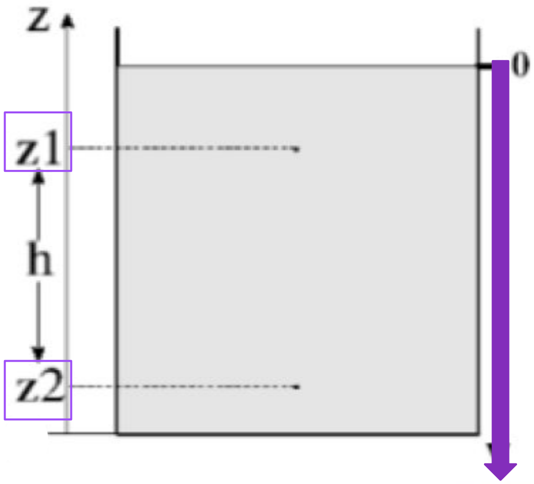
$$\varrho g h > 0$$

“ L’orientation dans l’espace est importante ” - En profondeur :

En profondeur, puisque **z2 > z1** , on a **ρgh > 0**

Ainsi, la formule à utiliser est :

$$\boxed{P_{z2} - P_{z1} = \rho g h}$$

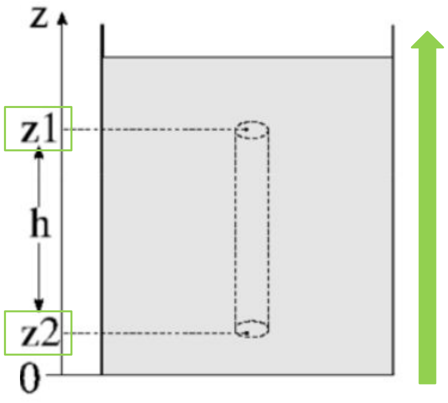


“ *L’orientation dans l’espace est importante* ” - En altitude :

Formule à connaître - <u>Loi de Pascal</u> :

$$P_{z2} - P_{z1} = \rho g h$$

Avec h = dz = z2 - z1



$$P_{z2} - P_{z1} > 0$$

car la pression augmente avec la profondeur

$\varrho > 0$ $\quad g > 0$ $\quad h$?

h ↔ dz ↔ z2 - z1 or z2 < z1

donc h = z2 - z1 < 0

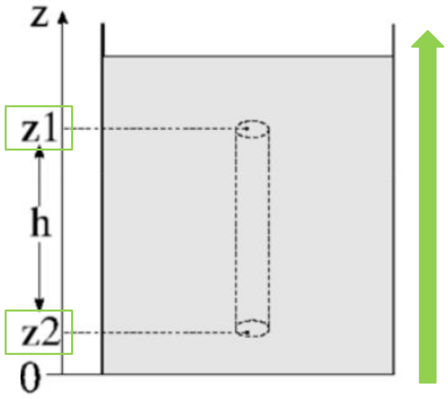
$$\varrho g h < 0$$

“ L’orientation dans l’espace est importante ” - En altitude :

En altitude, puisque **z2** **<** **z1** , on a ρ**gh** **<** **0**
mais **-** ρ**gh** **>** **0**

Ainsi, la formule à utiliser est :

$$\boxed{P_{z2} - P_{z1} = -\rho g h}$$

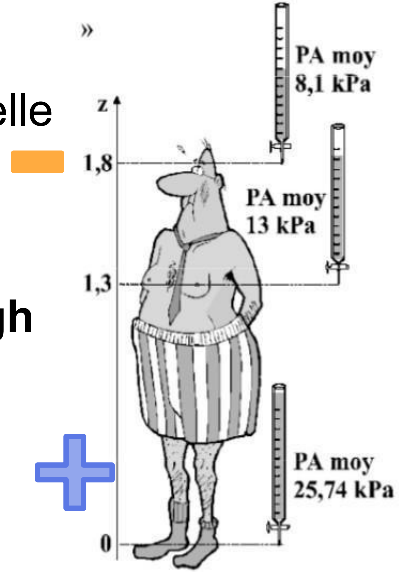


2. Statique au sein d'un fluide incompressible

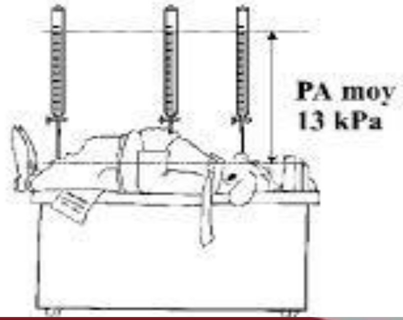
B. Loi de Pascal

La PA est **+ faible au niveau de la tête** qu'au niveau des pieds, où elle est la plus forte.

- En <u>hauteur</u> (altitude) par rapport au coeur : **dP(artérielle) = - ρgh**
- En <u>profondeur</u> par rapport au coeur : **dP(artérielle) = + ρgh**



Mais lorsque le patient s'allonge :
PA (tête) = PA (coeur) = PA(pieds) = <u>13 kPa</u>



2. Statique au sein d’un fluide incompressible
B. Loi de Pascal

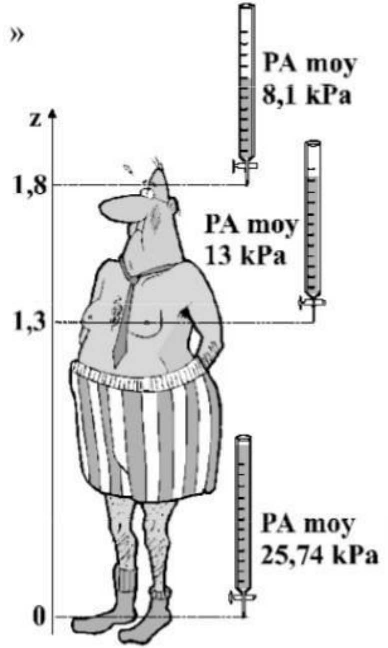
Application : On souhaite calculer la pression au niveau des pieds.

Pour calculer la pression au niveau des pieds P(0), on peut utiliser **la loi de Pascal** :

$$\boxed{P_{z2} - P_{z1} = \rho g h}$$

Avec :

- **ρ (masse volumique sang)** = 1.10^3 kg.m^{-3}
- **g (intensité de la pesanteur)** = constante
- **h (différence de hauteur coeur/pieds)** = 1,3 m
- **P (pression au coeur)** = P(1,3) = 13 kPa



2. Statique au sein d’un fluide incompressible

B. Loi de Pascal

Application : On souhaite calculer la pression au niveau des pieds.

dP = ρgh

⇔ **dP**(entre coeur et pieds) **= P(pieds) - P(coeur) = ρgh**

⇔ **P** (pieds) **= P**(coeur) **+ dP**(entre coeur et pieds)

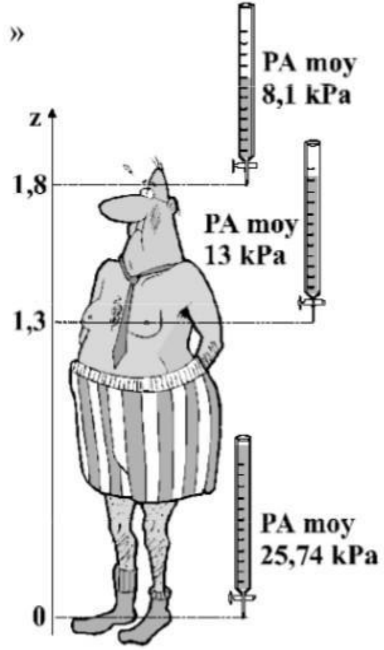
On a donc :

P (pieds) **= P**(coeur) **+ dP**(entre coeur et pieds) = **P**(coeur) + **ρgh**

P (0) = **P (1,3)** + **dP** (entre coeur et pieds)

= 13 kPa + ρgh

= 13.10^3 Pa + 1.10^3 x 9.8 x 1.3 = 25,74 kPa



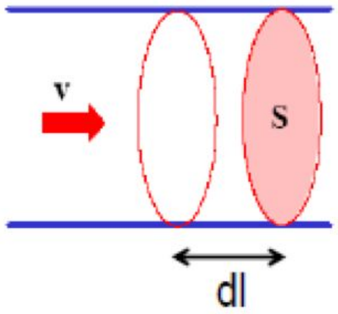
3. Dynamique au sein d’un fluide incompressible

3. Dynamique d'un fluide incompressible

A. Débit d'un fluide incompressible

Le **débit** correspond à un **volume (V)** de fluide traversant une **section (S)** pendant une **unité de temps (t)**.

$$\boxed{\begin{aligned} \mathbf{D} &= \textbf{Volume / Temps} \\ &= \mathbf{dV / dt} \text{ en } m^3.s^{-1} \end{aligned}}$$



3. Dynamique d'un fluide incompressible

A. Débit d'un fluide incompressible

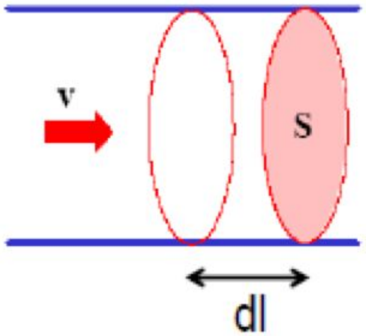
Le fluide traversant **la section (S)** pendant l'intervalle de **temps (t)** donné se situe entre la section (S) et une certaine distance (dl).

$D = dV / dt$

or $\mathbf{dV}$ $(m^3) = \mathbf{S}$ (m^2) . $\mathbf{dl}$ (m^1)

donc $\mathbf{D} = \mathbf{S} . \mathbf{dl} / dt$

La démonstration n'est pas à apprendre par coeur ! Elle est ici pour comprendre.



or **v** *vitesse* (m.s-1) = distance / temps ; **v** (m.s-1) = **dl/dt**

donc : D = S . v

$$\boxed{\textbf{Débit = Section x vitesse}}$$

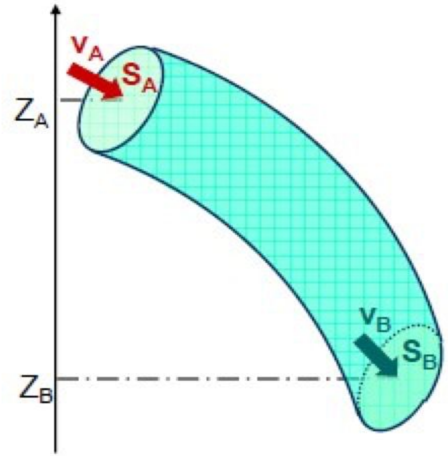
3. Dynamique d'un fluide incompressible

A. Débit d'un fluide incompressible

<u>Propriétés</u> :

- Fluide **incompressible** donc masse volumique **constante**.

- Conservation de la masse : $\mathbf{m_A = m_B = m.}$
- Conservation de la surface : $\mathbf{S_A = S_B.}$



D'où : **<u>Conservation du débit.</u>**

3. Dynamique d'un fluide incompressible

A. Débit d'un fluide incompressible

Débit = Section.Vitesse **= S.v**

Avec $D_A = S_A \cdot v_A$ et $D_B = S_B \cdot v_B$

$$\boxed{\begin{array}{c} D_A = D_B \\ S_A.v_A = S_B.v_B \end{array}}$$

Dans le corps, le débit est **CONSTANT** et est dit en **"régime permanent".**

Quand **la section (S)** <u>augmente</u>**, la vitesse (v)** <u>diminue</u> et inversement.

<u>Ex</u> : SB double de surface.

$$S_A.v_A = S_B.v_B$$
$$S_A.v_A = (S_B x2).(v_B/2)$$

Pour avoir une conservation du débit en A et en B, si S_B double, la vitesse en B est divisée par deux.

3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

3 types d’énergie :

- E1 : Énergie **potentielle**, liée à la pesanteur
- E2 : Énergie **cinétique**, liée au mouvement
- E3 : Énergie liée à la **pression statique**

Etot = **E1** + **E2** + **E3**

L’équation de Bernoulli rend compte du **principe de conservation de l’énergie**.

Dans un fluide parfait : **pas de frottement, donc pas de perte d’énergie**.

3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

3 types d'énergie :

- Energie **potentielle** = mgh
- Energie **cinétique** = ½ * mv²
- Énergie liée à la **pression statique** : PV

Dans le cas d'un **liquide idéal** (non visqueux), il n'y a pas de perte de charge (pas de frottement) donc l'**énergie totale reste constante**.

$$E_{TOTALE} = E_{Potentielle} + E_{Cinétique} + E_{Pression\ statique}$$

$$E_{TOTALE} = mgh + \frac{1}{2}mv^2 + PV = \text{constante}$$

3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

La loi de Bernoulli → $E_{TOTALE} = mgh + \frac{1}{2}mv^2 + PV = \underline{constante}$

Or **P = E / V** (cf. la méthode du PTFE)

*On divise par **V***

$$E = mgh + \frac{1}{2}mv^2 + PV = \underline{constante}$$

$$P_{TOTALE} = E_{TOTALE} / V$$

$$P_{TOTALE} = (\ mgh + \frac{1}{2}mv^2 + PV\ ) / V$$

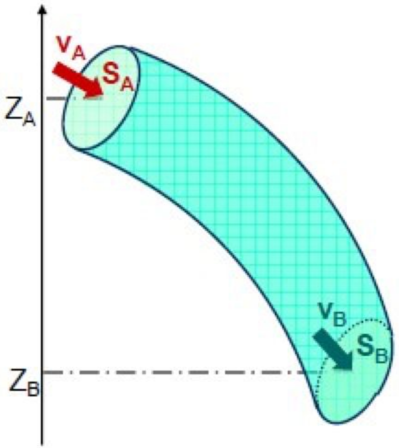
$$\boxed{P_{TOTALE} = \rho.g.h + 1/2.\rho.v^2 + P = \underline{constante}}$$

3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

Selon la **loi de Bernoulli**, utilisée pour un **fluide parfait/idéal**, on sait que :

$$\boxed{P_{\text{TOTALE}} = \rho.g.h + 1/2.\rho.v^2 + P = \underline{\text{constante}}}$$



Si on applique cela entre un point A et un point B :

$$P_{\text{Totale A}} = P_{\text{Totale B}}$$

$$\rho.g.h_A + 1/2\,.\rho.v^2 + P_A = \rho.g.h_B + 1/2\,.\rho.v^2 + P_B$$

Or si on applique ceci à un **fluide statique** vitesse = **0**

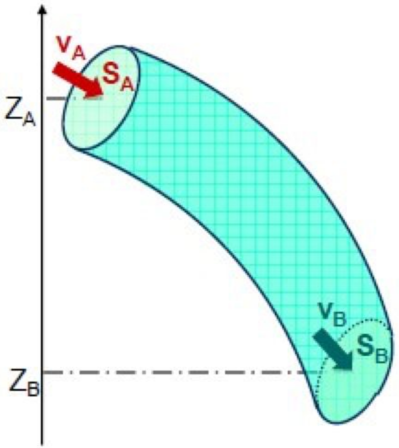
3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

Or si on applique ceci à un **fluide statique** vitesse = **0**

$$P_{\text{Totale A}} = P_{\text{Totale B}}$$

$$\rho.g.h_A + 1/2\ .\rho.v^2 + P_A = \rho.g.h_B + 1/2\ .\rho.v^2 + P_B$$



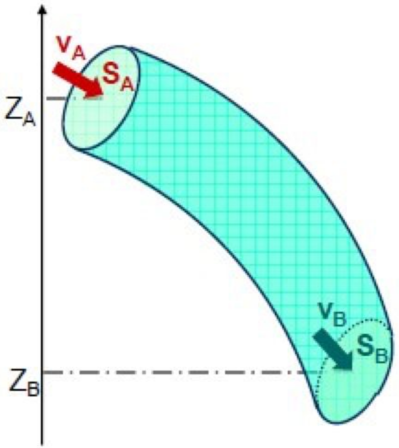
3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

Or si on applique ceci à un **fluide statique** vitesse = **0**

$$P_{\text{Totale A}} = P_{\text{Totale B}}$$

$$\rho.g.h_A + 1/2\,.\rho\,v^2 + P_A = \rho.g.h_B + 1/2\,.\rho\,v^2 + P_B$$



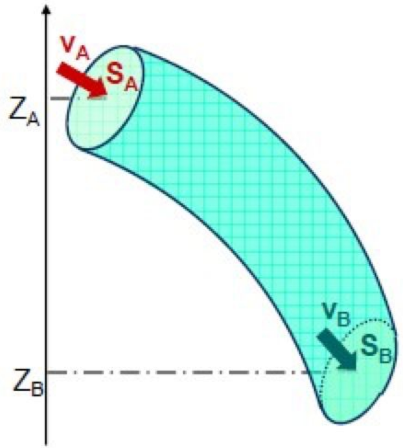
3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

Or si on applique ceci à un **fluide statique** vitesse = **0**

$$P_{\text{Totale A}} = P_{\text{Totale B}}$$

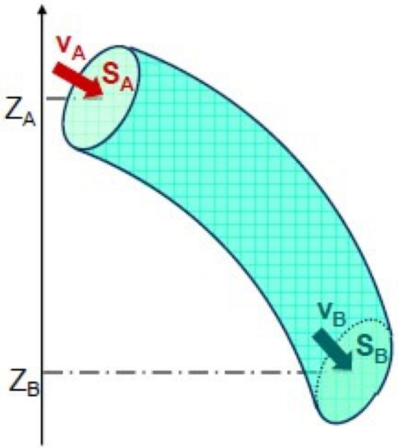
$$\rho.g.h_A + \cancel{1/2.\rho.v^2} + P_A = \rho.g.h_B + \cancel{1/2.\rho.v^2} + P_B$$



3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

Or si on applique ceci à un **fluide statique** vitesse = **0**



$$P_{\text{Totale A}} = P_{\text{Totale B}}$$

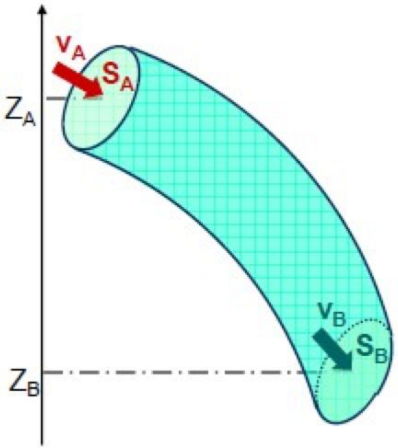
$$\rho.g.h_A + \cancel{1/2\,.\rho.v^2} + P_A = \rho.g.h_B + \cancel{1/2\,.\rho.v^2} + P_B$$

On reformule puis on factorise et on obtient.

3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

Or si on applique ceci à un **fluide statique** vitesse = **<u>0</u>**



$$P_{\text{Totale A}} = P_{\text{Totale B}}$$

$$\underline{\rho.g}.h_A + \cancel{1/2.\rho.v^2} + P_A = \underline{\rho.g}.h_B + \cancel{1/2.\rho.v^2} + P_B$$

On reformule puis on factorise et on obtient.

3. Dynamique d'un fluide incompressible

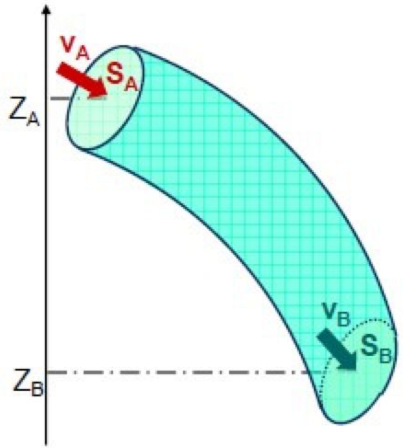
B. Écoulement d'un liquide idéal

Or si on applique ceci à un **fluide statique** vitesse = **0**

$$P_{\text{Totale A}} = P_{\text{Totale B}}$$

$$\rho.g.h_A + \cancel{1/2.\rho.v^2} + P_A = \rho.g.h_B + \cancel{1/2.\rho.v^2} + P_B$$

$$\boxed{\rho.g.(z_A - z_B) = P_B - P_A}$$



3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

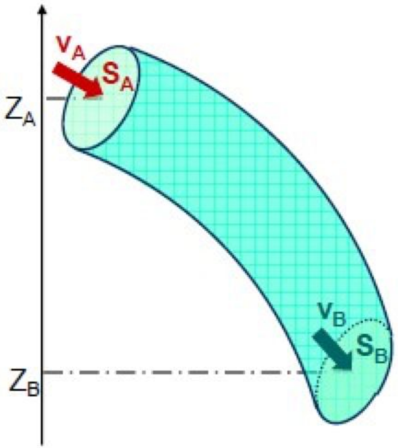
Or si on applique ceci à un **fluide statique** vitesse = **0**

$$P_{\text{Totale A}} = P_{\text{Totale B}}$$

$$\rho.g.h_A + \cancel{1/2.\rho.v^2} + P_A = \rho.g.h_B + \cancel{1/2.\rho.v^2} + P_B$$

$$\boxed{\rho.g.(z_A - z_B) = P_B - P_A}$$

Et on retrouve **la loi de Pascal** !



3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

<u>Loi de Bernoulli</u> : loi de **conservation de l'énergie**. Loi applicable aux **<u>fluides parfaits</u>** statiques ou dynamiques :

$$\boxed{\rho.g.h + 1/2 .\rho.v^2 + P = \text{constante}}$$

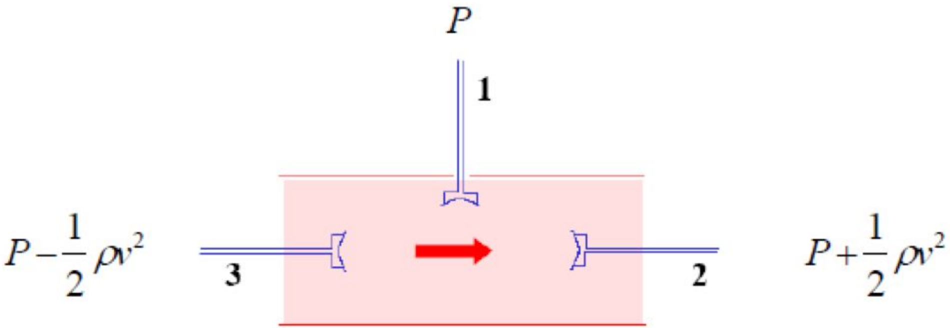
<u>Loi de Pascal</u> : loi de applicable aux **<u>fluides statiques</u>**.

$$\boxed{\rho.g.(z_A - z_B) = P_B - P_A}$$

3. Dynamique d’un fluide incompressible
B. Écoulement d’un liquide idéal

Loi de **Pascal** → liquide **statique** et équation de **Bernoulli** → liquide **dynamique** **S’IL** est **parfait** (et statique).

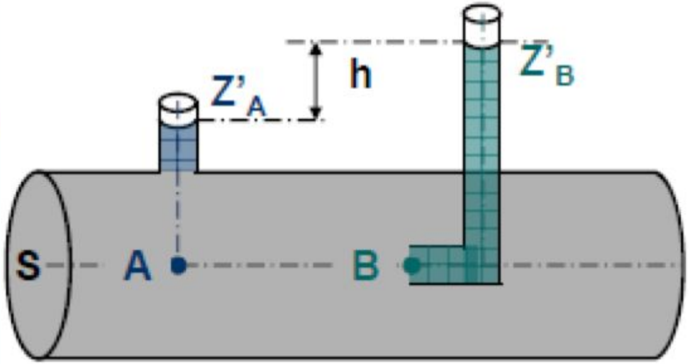
Attention : En dynamique (≠ statique), la pression n’est **pas** indépendante de l’orientation ! du capteur.



3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

a) Application : Tubes de Pitot



Les Tubes de pitot : instrument de mesure de la vitesse des fluides, grâce à l’équation de Bernoulli.

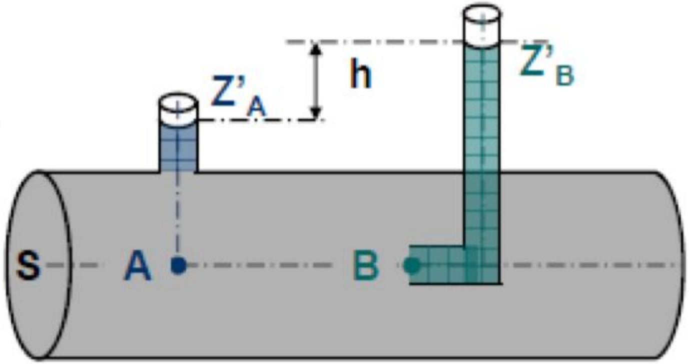
- Tube horizontal *(gris)* - Pression **Dynamique**.
- Tube vertical *(bleu)* - Pression **Statique**.
- Tube vertical *(vert)* - Pression **Statique**.

- Point A : vitesse non nulle.
- Point B : vitesse nulle = **0**.

3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

a) Application : Tubes de Pitot



Les Tubes de pitot : instrument de mesure de la vitesse des fluides, grâce à <u>l'équation de Bernoulli</u>.

- Tube horizontal *(gris)* - Pression **Dynamique**.
- Tube vertical *(bleu)* - Pression **Statique**.
- Tube vertical *(vert)* - Pression **Statique**.

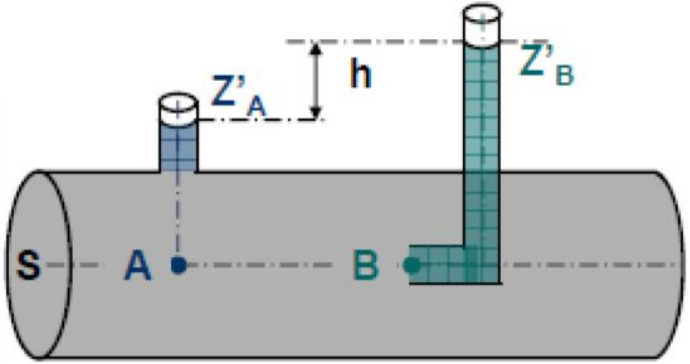
- Point A : vitesse non nulle.
- Point B : vitesse nulle = <u>**0**</u>.

<u>Rappel</u> : On utilise **l'équation de Bernoulli**, le liquide est considéré <u>**parfait**</u> !

3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

a) Application : Tubes de Pitot



<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :

Application de l'équation de Bernoulli.

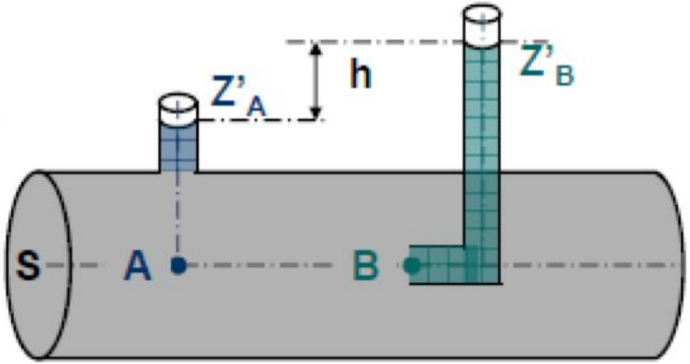
$\leftrightarrow \rho.g.z_A + 1/2\ .\rho.v_A^2 + P_A = \rho.g.z_B + 1/2\ .\rho.v_B^2 + P_B$

$\leftrightarrow P_B - P_A = (\rho.g.z_A - \rho.g.z_B) + (1/2\ .\rho.v_A^2 - 1/2\ .\rho.v_B^2)$

3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

a) Application : Tubes de Pitot



<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :

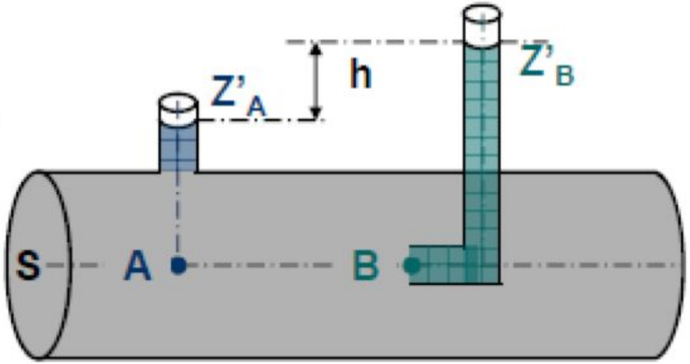
Application de l'équation de Bernoulli.

$\leftrightarrow \rho.g.z_A + 1/2\,.\rho.v_A^2 + P_A = \rho.g.z_B + 1/2\,.\rho.v_B^2 + P_B$

$\leftrightarrow P_B - P_A = (\rho.g.z_A - \rho.g.z_B) + (1/2\,.\rho.v_A^2 - 1/2\,.\rho.v_B^2)$

Or $z_A = z_B$, donc $z_A - z_B = \underline{\mathbf{0}}$.

3. Dynamique d'un fluide incompressible
B. Écoulement d'un liquide idéal
a) Application : Tubes de Pitot



<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :
Application de l'équation de Bernoulli.

$\leftrightarrow \rho.g.z_A + 1/2\ .\rho.v_A^{\ 2} + P_A = \rho.g.z_B + 1/2\ .\rho.v_B^{\ 2} + P_B$

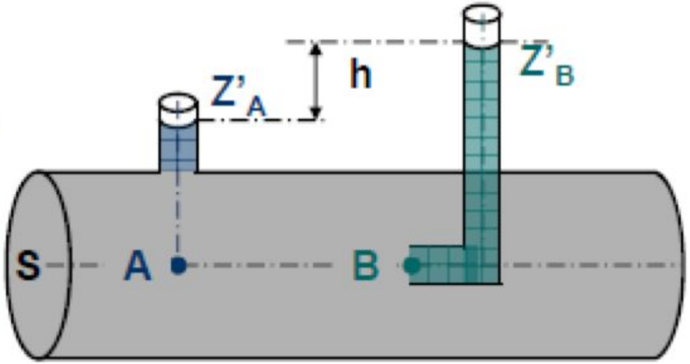
$\leftrightarrow P_B - P_A = \cancel{(\rho.g.z_A - \rho.g.z_B)} + (1/2\ .\rho.v_A^{\ 2} - 1/2\ .\rho.v_B^{\ 2})$

Or $z_A = z_B$, donc $z_A - z_B = \underline{\mathbf{0}}$.

3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

a) Application : Tubes de Pitot



<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :

Application de l’équation de Bernoulli.

$\leftrightarrow \rho.g.z_A + 1/2\ .\rho.v_A^{\ 2} + P_A = \rho.g.z_B + 1/2\ .\rho.v_B^{\ 2} + P_B$

$\leftrightarrow P_B - P_A = \cancel{(\ \rho.g.z_A - \rho.g.z_B\ )} + (\ 1/2\ .\rho.v_A^{\ 2} - 1/2\ .\rho.v_B^{\ 2}\ )$

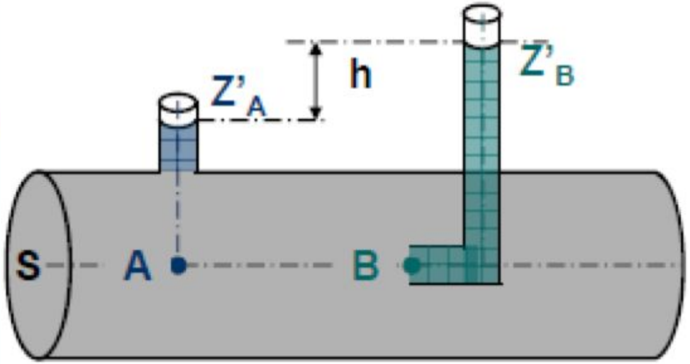
Or $z_A = z_B$, donc $z_A - z_B$ **= <u>0</u>**.

$\leftrightarrow \quad P_B - P_A = 1/2\ .\rho.v_A^{\ 2} - 1/2\ .\rho.v_B^{\ 2}$

3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

a) Application : Tubes de Pitot



<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :
Application de l'équation de Bernoulli.

$$\leftrightarrow \rho.g.z_A + 1/2 .\rho.v_A^2 + P_A = \rho.g.z_B + 1/2 .\rho.v_B^2 + P_B$$

$$\leftrightarrow P_B - P_A = \cancel{(\rho.g.z_A - \rho.g.z_B)} + (1/2 .\rho.v_A^2 - 1/2 .\rho.v_B^2)$$

Or $z_A = z_B$, donc $z_A - z_B = \underline{\mathbf{0}}$.

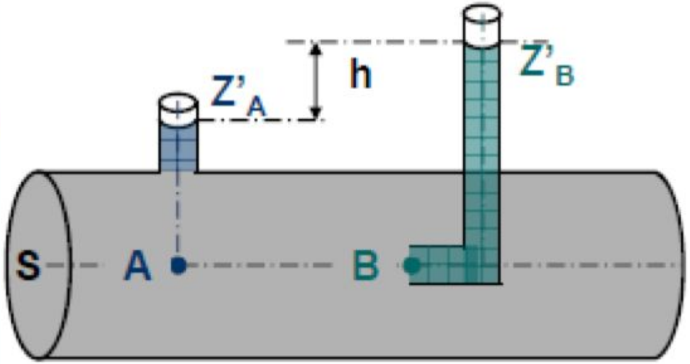
$$\leftrightarrow \quad P_B - P_A = 1/2 .\rho.v_A^2 - 1/2 .\rho.v_B^2$$

Or la vitesse est nulle en B, $v_B = \underline{\mathbf{0}}$.

3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

a) Application : Tubes de Pitot



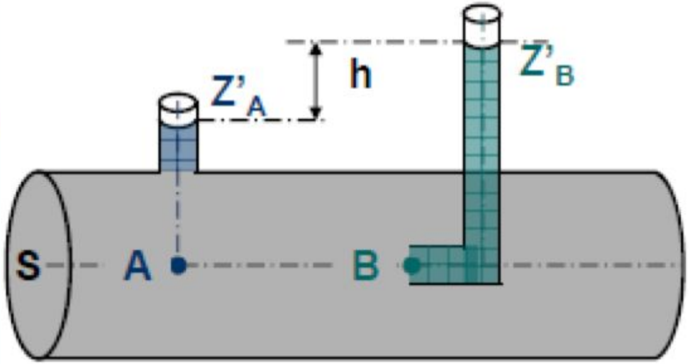
<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :
Application de l'équation de Bernoulli.

$$\leftrightarrow \quad P_B - P_A = 1/2\,.\rho.v_A^{\,2} - 1/2\,.\rho.v_B^{\,2}$$

Or la vitesse est nulle en B, $v_B = \underline{0}$.

$$\leftrightarrow \quad \boxed{P_B - P_A = 1/2\,.\rho.v_A^{\,2}}$$

3. Dynamique d’un fluide incompressible
B. Écoulement d’un liquide idéal
a) Application : Tubes de Pitot



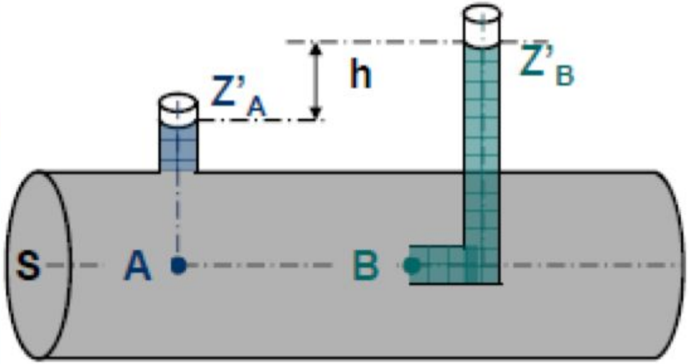
<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :
Application de l’équation de Bernoulli.

$$\leftrightarrow \quad \boxed{P_B - P_A = 1/2\ .\rho.v_A^2}$$

3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

a) Application : Tubes de Pitot



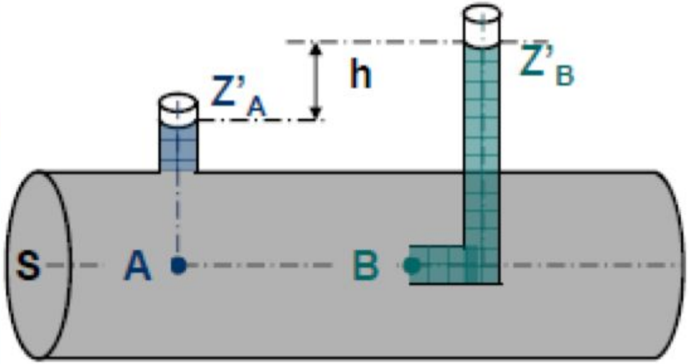
<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :
Application de l’équation de Bernoulli.

$$\leftrightarrow \quad \boxed{P_B - P_A = 1/2\,.\rho.v_A^{\,2}}$$

Dans une situation expérimentale, on admet que

$$\leftrightarrow \quad \mathbf{P_B - P_A = \rho.g.h}$$

3. Dynamique d'un fluide incompressible
B. Écoulement d'un liquide idéal
a) Application : Tubes de Pitot



<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :
Application de l'équation de Bernoulli.

$$\leftrightarrow \quad \boxed{P_B - P_A = 1/2\ .\rho.v_A^{\ 2}}$$

Dans une situation expérimentale, on admet que

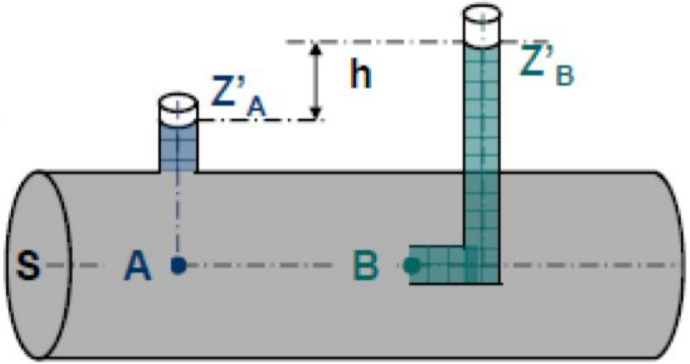
$$\leftrightarrow \quad \mathbf{P_B - P_A = \rho.g.h}$$

Ainsi : $P_B - P_A = 1/2\ .\rho.v_A^{\ 2} = \rho.g.h$

3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

a) Application : Tubes de Pitot



<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :
Application de l'équation de Bernoulli.

$$\leftrightarrow \quad \boxed{P_B - P_A = 1/2\,.\rho.v_A^{\,2}}$$

Dans une situation expérimentale, on admet que

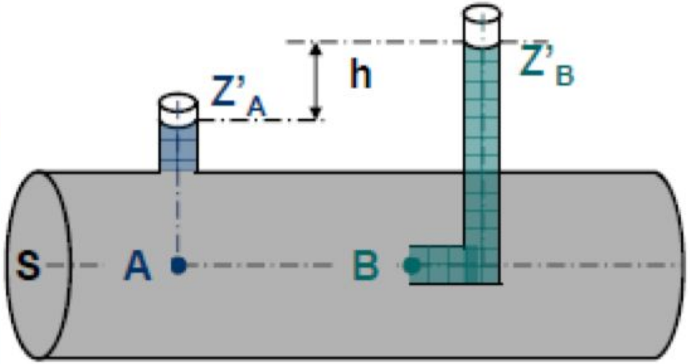
$$\leftrightarrow \quad P_B - P_A = \rho.g.h$$

Ainsi : $P_B - P_A = 1/2\,.\rho.v_A^{\,2} = \rho.g.h$

3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

a) Application : Tubes de Pitot



<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :
Application de l'équation de Bernoulli.

$$\leftrightarrow \boxed{P_B - P_A = ½ .\rho.v_A^2}$$

Ainsi : $P_B - P_A = 1/2 .\rho.v_A^2 = \rho.g.h$

$$\leftrightarrow ½ .\rho.v_A^2 = \rho.g.h$$

$$\leftrightarrow v_A^2 = \rho.g.h / ½ .\rho$$

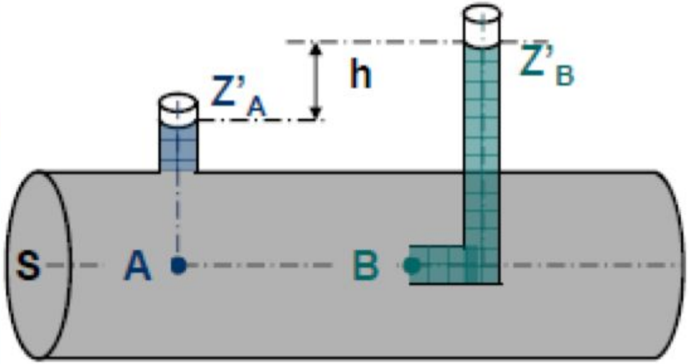
$$\leftrightarrow v_A^2 = g.h / ½$$

$$\leftrightarrow v_A^2 = g.h.2$$

3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

a) Application : Tubes de Pitot



<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :
Application de l’équation de Bernoulli.

$$\leftrightarrow \boxed{P_B - P_A = ½ .\rho.v_A^{\,2}}$$

Ainsi : $P_B - P_A = 1/2\ .\rho.v_A^{\,2} = \rho.g.h$

$\leftrightarrow\ ½\ .\rho.v_A^{\,2} = \rho.g.h$

$\leftrightarrow\ v_A^{\,2} = \rho.g.h\ /\ ½\ .\rho$

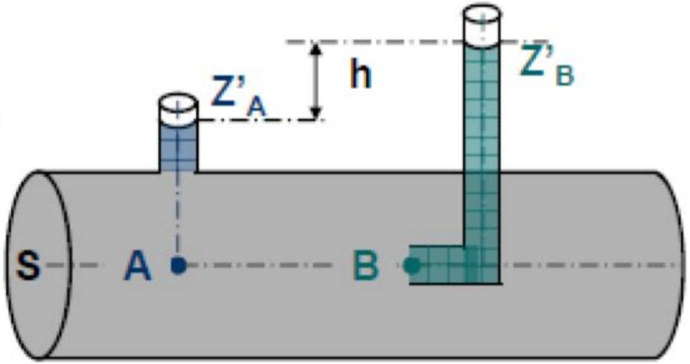
$\leftrightarrow\ v_A^{\,2} = g.h\ /\ ½$

$\leftrightarrow\ \mathbf{v_A^{\,2} = g.h.2}$

3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

a) Application : Tubes de Pitot



<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :
Application de l’équation de Bernoulli.

$\leftrightarrow$ $\boxed{P_B - P_A = ½ .\rho.v_A^2}$

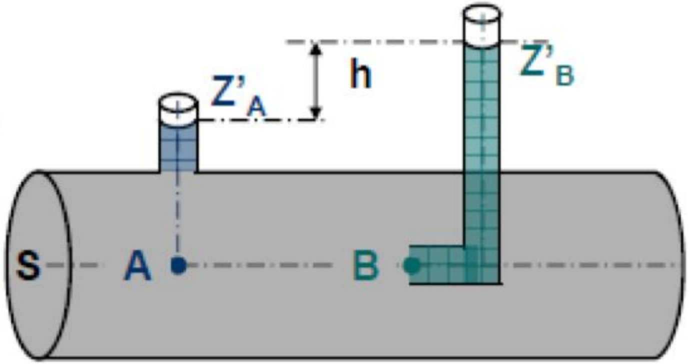
$\leftrightarrow$ $\mathbf{v_A^2 = g.h.2}$

$\leftrightarrow$ $v_A = \sqrt{g.h.2}$

3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

a) Application : Tubes de Pitot



Démonstration *(pas à connaître)* :
Application de l'équation de Bernoulli.

$\leftrightarrow$ $\boxed{P_B - P_A = \frac{1}{2} . \rho . v_A^2}$

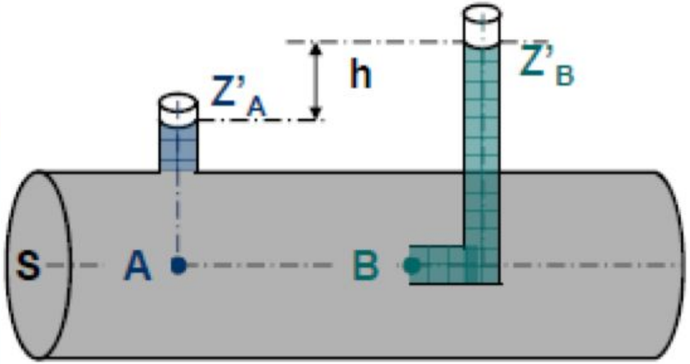
$\leftrightarrow$ $\mathbf{v_A^2 = g.h.2}$

$\leftrightarrow$ $\boxed{v_A = \sqrt{g.h.2}}$

3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

a) Application : Tubes de Pitot



<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :
Application de l’équation de Bernoulli.

$$\leftrightarrow \boxed{P_B - P_A = \tfrac{1}{2}.\rho.v_A^{2}}$$

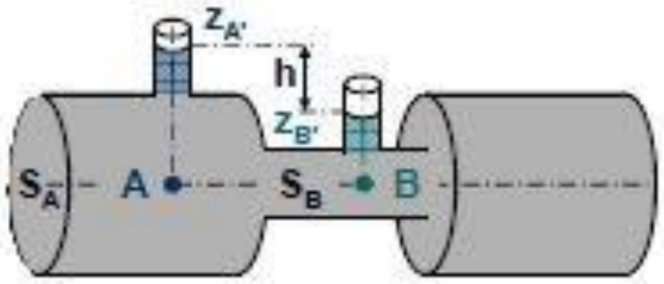
$$\leftrightarrow \boxed{v_A = \sqrt{g.h.2}}$$

3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

b) Application : Effet Venturi

L’Effet Venturi : étudie les variation de **pression/vitesse** au sein d’un tube composé de différentes section, **agrandit/rétrécit**; grâce à l’équation de Bernoulli.



Rappel : On utilise **l’équation de Bernoulli**, le liquide est considéré **parfait** !

3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

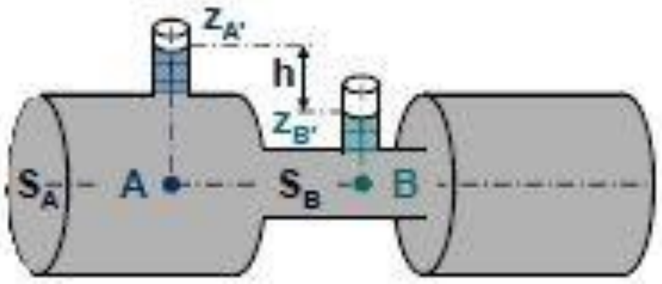
b) Application : Effet Venturi

Démonstration *(pas à connaître)* :

Application de l'équation de Bernoulli.

$\leftrightarrow \rho.g.z_A + 1/2\,.\rho.v_A^2 + P_A = \rho.g.z_B + 1/2\,.\rho.v_B^2 + P_B$

$\leftrightarrow P_B - P_A = (\rho.g.z_A - \rho.g.z_B) + (1/2\,.\rho.v_A^2 - 1/2\,.\rho.v_B^2)$



3. Dynamique d'un fluide incompressible

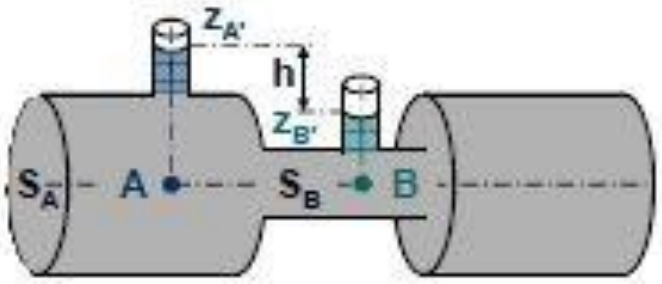
B. Écoulement d'un liquide idéal

b) Application : Effet Venturi

<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :
Application de l'équation de Bernoulli.

$\leftrightarrow \rho.g.z_A + 1/2\ .\rho.v_A^2 + P_A = \rho.g.z_B + 1/2\ .\rho.v_B^2 + P_B$

$\leftrightarrow P_B - P_A = (\rho.g.z_A - \rho.g.z_B) + (1/2\ .\rho.v_A^2 - 1/2\ .\rho.v_B^2)$



Or $z_A = z_B$, donc $z_A - z_B = \mathbf{\underline{0}}$.

3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

b) Application : Effet Venturi

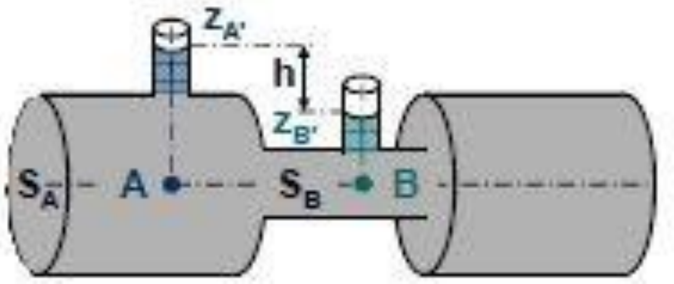
<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :

Application de l’équation de Bernoulli.

$$\leftrightarrow \rho.g.z_A + 1/2\,.\rho.v_A^2 + P_A = \rho.g.z_B + 1/2\,.\rho.v_B^2 + P_B$$

$$\leftrightarrow P_B - P_A = (\rho.g.z_A - \rho.g.z_B) + (1/2\,.\rho.v_A^2 - 1/2\,.\rho.v_B^2)$$

Or $z_A = z_B$, donc $z_A - z_B =$ **<u>0</u>**.



3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

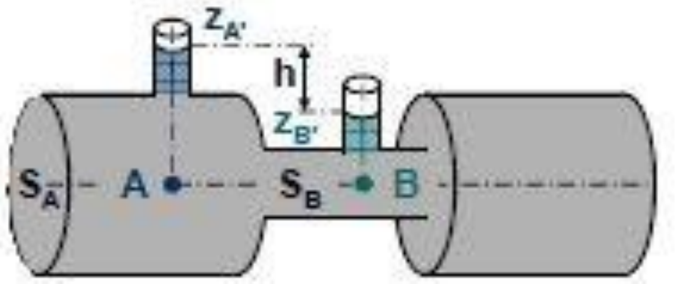
b) Application : Effet Venturi

<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :

Application de l'équation de Bernoulli.

$$\leftrightarrow \rho.g.z_A + 1/2\ .\rho.v_A^2 + P_A = \rho.g.z_B + 1/2\ .\rho.v_B^2 + P_B$$

$$\leftrightarrow P_B - P_A = \cancel{(\rho.g.z_A - \rho.g.z_B)} + (1/2\ .\rho.v_A^2 - 1/2\ .\rho.v_B^2)$$



Or $z_A = z_B$, donc $z_A - z_B = \underline{\mathbf{0}}$.

$$\leftrightarrow \quad P_B - P_A = ½\ .\rho.v_A^2 - ½\ .\rho.v_B^2$$

3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

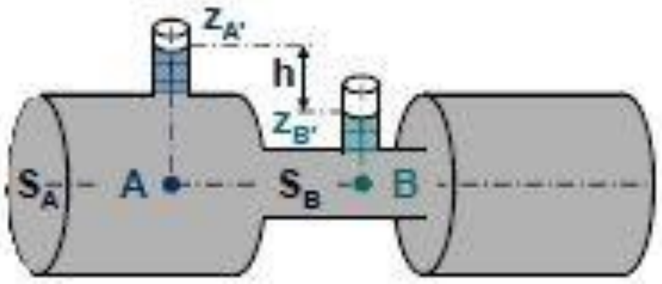
b) Application : Effet Venturi

<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :

Application de l’équation de Bernoulli.

$\leftrightarrow \rho.g.z_A + 1/2\ .\rho.v_A^{2} + P_A = \rho.g.z_B + 1/2\ .\rho.v_B^{2} + P_B$

$\leftrightarrow P_B - P_A = (\rho.g.z_A - \rho.g.z_B) + (1/2\ .\rho.v_A^{2} - 1/2\ .\rho.v_B^{2})$



Or $z_A = z_B$, donc $z_A - z_B = \underline{\mathbf{0}}$.

$\leftrightarrow \quad P_B - P_A = ½\ .\rho.v_A^{2} - ½\ .\rho.v_B^{2}$

$\leftrightarrow \quad P_B - P_A = ½\ .\rho.\ (v_A^{2} - v_B^{2})$

3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

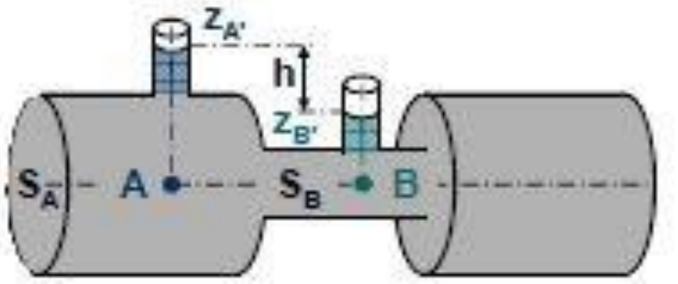
b) Application : Effet Venturi

<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :

Application de l'équation de Bernoulli.

$\leftrightarrow$ $\rho.g.z_A + 1/2\ .\rho.v_A^2 + P_A = \rho.g.z_B + 1/2\ .\rho.v_B^2 + P_B$

$\leftrightarrow$ $P_B - P_A = (\rho.g.z_A - \rho.g.z_B) + (1/2\ .\rho.v_A^2 - 1/2\ .\rho.v_B^2)$



Or $z_A = z_B$, donc $z_A - z_B =$ **<u>0</u>**.

$\leftrightarrow$ $P_B - P_A = ½\ .\rho.v_A^2 - ½\ .\rho.v_B^2$

$\leftrightarrow$ $\mathbf{P_B - P_A = ½\ .\rho.\ (v_A^2 - v_B^2)}$

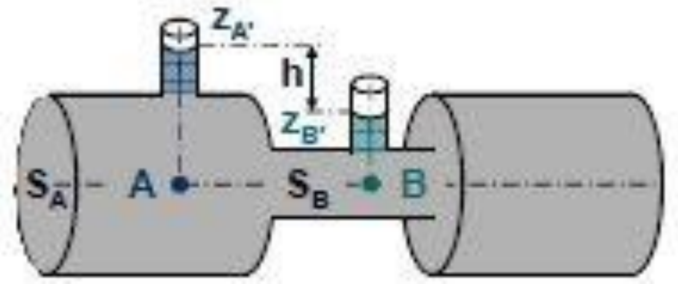
3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

b) Application : Effet Venturi

<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :
Application de l'équation de Bernoulli.

$$\leftrightarrow \quad \boxed{P_B - P_A = \tfrac{1}{2}\,.\rho.\,(v_A^2 - v_B^2)}$$



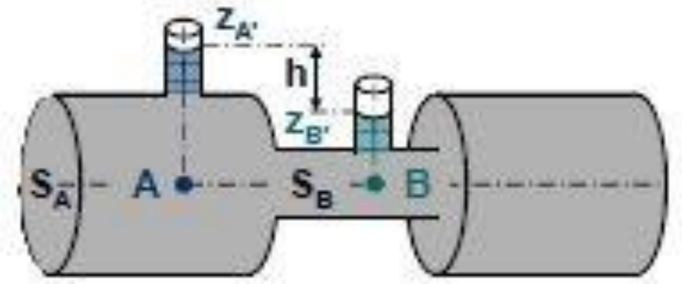
3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

b) Application : Effet Venturi

<u>Démonstration</u> *(pas à connaître)* :
Application de l’équation de Bernoulli.

$$\leftrightarrow \quad \boxed{P_B - P_A = \tfrac{1}{2}\ .\rho.\ (\ v_A^{\ 2} - v_B^{\ 2}\ )}$$



Or selon le principe de **conservation du débit** :

$$\boxed{\begin{array}{c} D_A \;=\; D_B \\ S_A.v_A = S_B.v_B \end{array}}$$

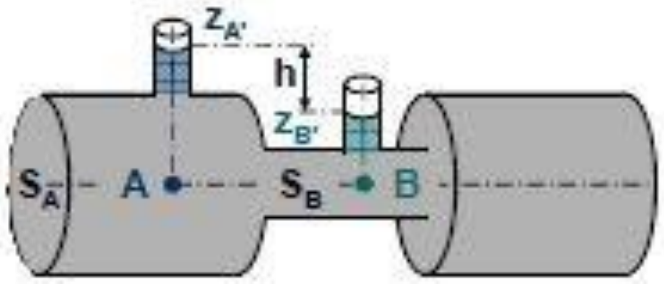
3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

b) Application : Effet Venturi

Or selon le principe de **conservation du débit** :

$$\boxed{\begin{array}{c} D_A = D_B \\ S_A.v_A = S_B.v_B \end{array}}$$



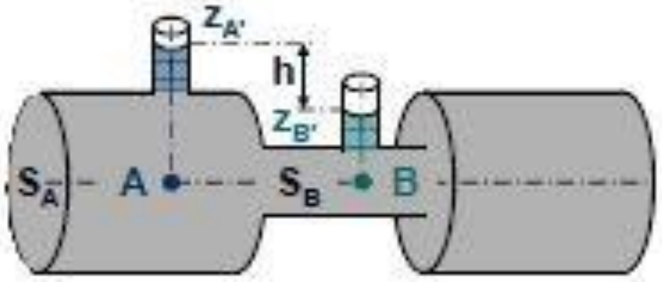
3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

b) Application : Effet Venturi

Or selon le principe de **conservation du débit** :

$$D_A = D_B$$
$$S_A.v_A = S_B.v_B$$



Si la <u>section augmente</u> (en A), <u>la vitesse diminue</u> (en A), et inversement.

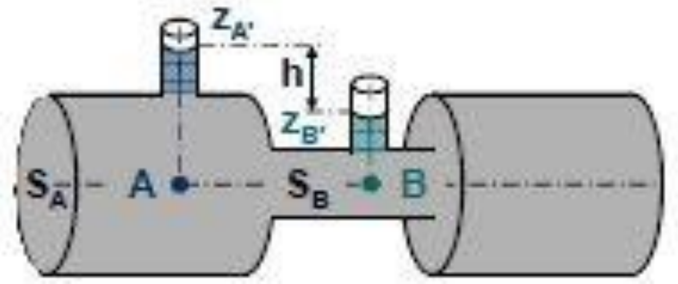
3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

b) Application : Effet Venturi

Or selon le principe de **conservation du débit** :

$$D_A = D_B$$
$$S_A.v_A = S_B.v_B$$



Si la <u>section augmente</u> (en A), <u>la vitesse diminue</u> (en A), et inversement.

Ainsi, la vitesse en A est **plus faible** que la vitesse en B.

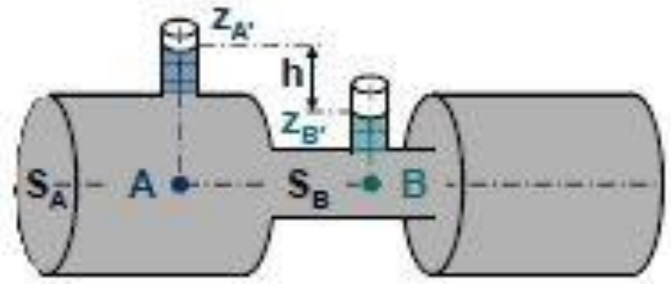
3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

b) Application : Effet Venturi

Or selon le principe de **conservation du débit** :

Ainsi, la vitesse en A est **plus faible** que la vitesse en B.



3. Dynamique d'un fluide incompressible

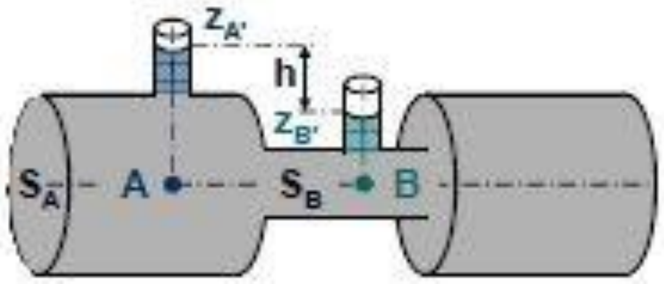
B. Écoulement d'un liquide idéal

b) Application : Effet Venturi

Or selon le principe de **conservation du débit** :

Ainsi, la vitesse en A est **plus faible** que la vitesse en B.

$$\leftrightarrow \quad \boxed{P_B - P_A = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_A^2 - v_B^2)}$$



3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

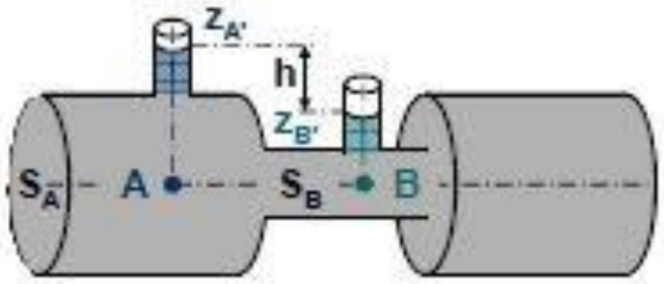
b) Application : Effet Venturi

Or selon le principe de **conservation du débit** :

Ainsi, la vitesse en A est **plus faible** que la vitesse en B.

$$\leftrightarrow \quad \boxed{P_B - P_A = \frac{1}{2} . \rho . (v_A^2 - v_B^2)}$$

$$v_A^2 < v_B^2$$



3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

b) Application : Effet Venturi

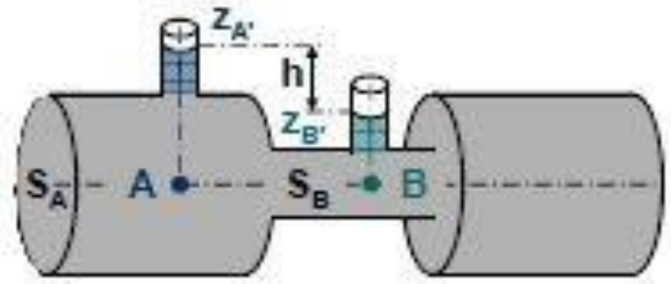
Or selon le principe de **conservation du débit** :

Ainsi, la vitesse en A est **plus faible** que la vitesse en B.

$$\leftrightarrow \quad \boxed{P_B - P_A = \tfrac{1}{2}\,.\rho.\,(v_A^2 - v_B^2)}$$

$$v_A^2 < v_B^2$$

Donc $(v_A^2 - v_B^2) < 0$



3. Dynamique d'un fluide incompressible

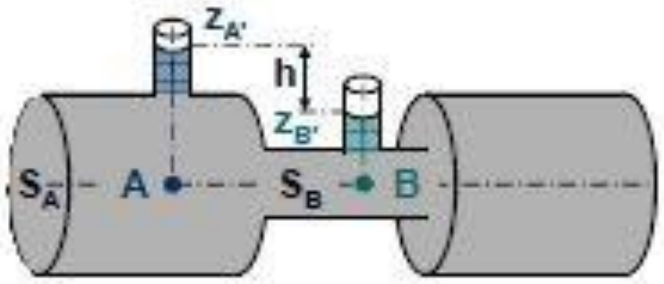
B. Écoulement d'un liquide idéal

b) Application : Effet Venturi

Or selon le principe de **conservation du débit** :

Ainsi, la vitesse en A est **plus faible** que la vitesse en B.

$$\leftrightarrow \quad \boxed{P_B - P_A = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \underbrace{\left(v_A^2 - v_B^2\right)}_{< 0}}$$



3. Dynamique d'un fluide incompressible

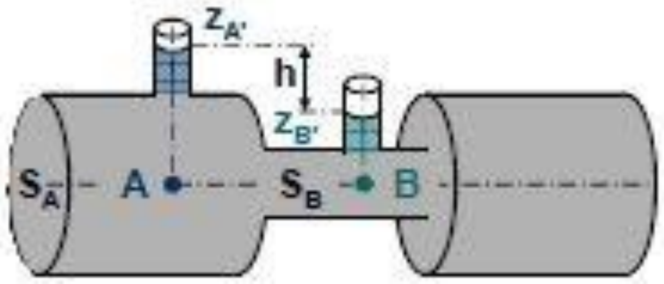
B. Écoulement d'un liquide idéal

b) Application : Effet Venturi

Or selon le principe de **conservation du débit** :

Ainsi, la vitesse en A est **plus faible** que la vitesse en B.

$$\leftrightarrow \boxed{P_B - P_A = \underbrace{\tfrac{1}{2}\,.\rho.}_{>0}\underbrace{\left(v_A^{\,2} - v_B^{\,2}\right)}_{<0}}$$



3. Dynamique d'un fluide incompressible

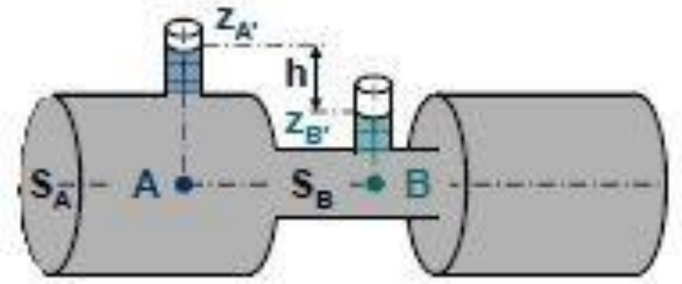
B. Écoulement d'un liquide idéal

b) Application : Effet Venturi

Or selon le principe de **conservation du débit** :

Ainsi, la vitesse en A est **plus faible** que la vitesse en B.

$$\leftrightarrow \boxed{\underbrace{P_B - P_A}_{< 0} = \underbrace{\tfrac{1}{2}\,.\rho}_{> 0}.\underbrace{(v_A^2 - v_B^2)}_{< 0}}$$



3. Dynamique d'un fluide incompressible

B. Écoulement d'un liquide idéal

b) Application : Effet Venturi

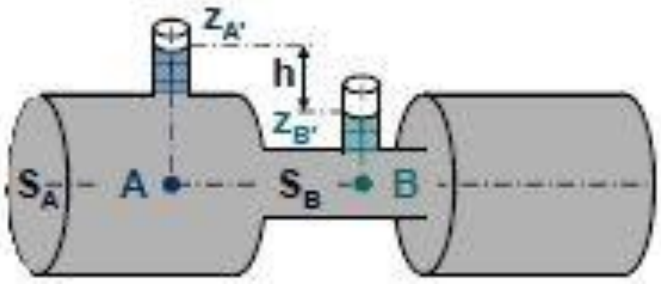
Or selon le principe de **conservation du débit** :

Ainsi, la vitesse en A est **plus faible** que la vitesse en B.

$$\leftrightarrow \boxed{P_B - P_A = \frac{1}{2} . \rho . (v_A^2 - v_B^2)}$$

$\boxed{< 0}$

$\boxed{P_B - P_A < 0 \leftrightarrow P_B < P_A}$

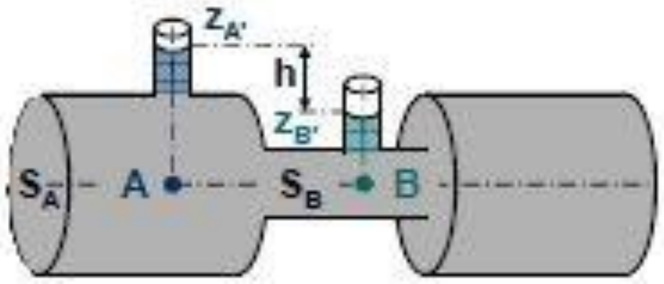


3. Dynamique d’un fluide incompressible

B. Écoulement d’un liquide idéal

b) Application : Effet Venturi

$$\leftrightarrow \quad \boxed{P_B - P_A = \tfrac{1}{2}\,.\rho.\,(\,v_A^{\,2} - v_B^{\,2}\,)}$$



$$\boxed{P_B - P_A < 0 \quad \leftrightarrow P_B < P_A}$$

L’Effet Venturi démontre donc que si la section <u>diminue</u>, la pression <u>diminue</u> aussi; et inversement, si la section <u>augmente</u>, la pression <u>augmente</u>.

3. Dynamique d'un fluide incompressible

C. Écoulement d'un liquide réel

Liquide

= incompressible

Liquide **Parfait**

Liquide **Réel**

3. Dynamique d’un fluide incompressible

C. Écoulement d’un liquide réel

Liquide
= incompressible

Liquide **Parfait**

Absence de viscosité
→ **Pas** de perte d’énergie à l’écoulement

Liquide **Réel**

Viscosité
→ Frottements intermoléculaires
→ **Perte d’énergie** à l’écoulement

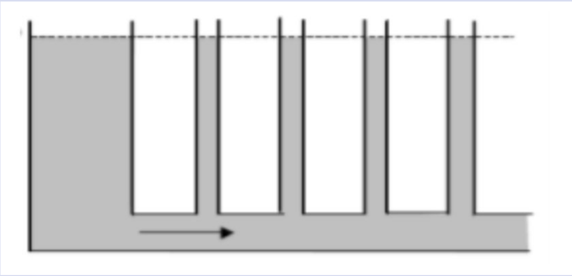
3. Dynamique d’un fluide incompressible

C. Écoulement d’un liquide réel

Liquide
= incompressible

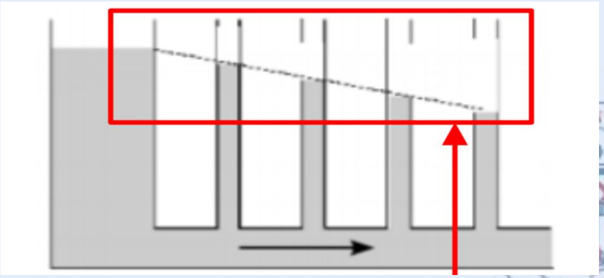
Liquide **Parfait**

<u>Absence</u> de viscosité
→ **<u>Pas</u>** de perte d’énergie à l’écoulement



Liquide **Réel**

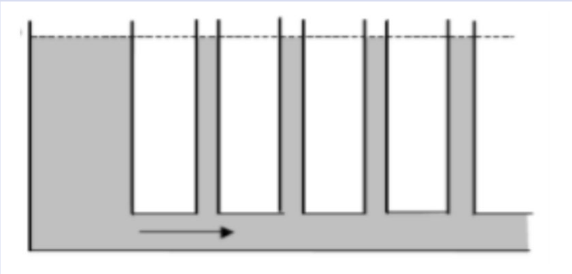
Viscosité
→ Frottements intermoléculaires
→ **Perte d’énergie** à l’écoulement



C. Écoulement d’un liquide réel

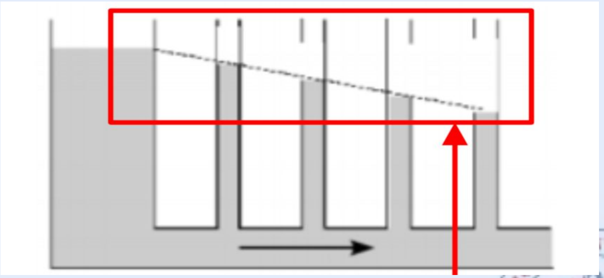
Liquide
= incompressible

Liquide **Parfait**



Application de la loi de Bernoulli (= loi de conservation de l’énergie).

Liquide **Réel**



PAS application de **la loi de Bernoulli** car perte d’énergie liée à l’écoulement.

3. Dynamique d'un fluide incompressible

C. Écoulement d'un liquide réel

Liquide
= incompressible

Liquide **Parfait**

Application de la loi de Bernoulli (= loi de <u>conservation de l'énergie</u>).

Liquide **Réel**

PAS application de **la loi de Bernoulli** car perte d'énergie liée à l'écoulement.

3. Dynamique d'un fluide incompressible

C. Écoulement d'un liquide réel

Liquide
= incompressible

Liquide **Parfait**

Application de la loi de Bernoulli (= loi de conservation de l'énergie).

$$\rho.g.h + 1/2.\rho.v^2 + P = \underline{\text{constante}}$$

Liquide **Réel**

PAS application de **la loi de Bernoulli** car perte d'énergie liée à l'écoulement.

$$\rho.g.h + 1/2.\rho.v^2 + P \neq \underline{\text{constante}}$$

3. Dynamique d'un fluide incompressible

C. Écoulement d'un liquide réel

Liquide
= incompressible

Liquide **Parfait**

Application de la loi de Bernoulli (= loi de conservation de l'énergie).

$$\rho.g.h + 1/2.\rho.v^2 + P = \underline{\text{constante}}$$

Liquide **Réel**

PAS application de **la loi de Bernoulli** car perte d'énergie liée à l'écoulement.

$$\rho.g.h + 1/2.\rho.v^2 + P \mathbf{+ chaleur} = \underline{\text{constante}}$$

3. Dynamique d'un fluide incompressible

C. Écoulement d'un liquide réel

Le **coefficient de viscosité (η)** s'exprime en **Poiseuille** :

1 Poiseuille (η) = $kg.m^{-1}.s^{-1}$.

$$\boxed{\eta = \frac{dy}{dv}\frac{F_f}{S}}$$

- **Pression (en Pa)** s'exprime en **$kg.m^{-1}.s^{-2}$.**
- η = **$kg.m^{-1}.s^{-2}$. s** = **Pa . s** = **Poiseuille.**

η est une constante caractéristique du liquide en question.
Elle varie avec la température (si T°↗, η↘) :

3. Dynamique d'un fluide incompressible

C. Écoulement d'un liquide réel

Le **coefficient de viscosité (η)** s'exprime en **Poiseuille** :

1 Poiseuille (η) = kg.m^{-1}.s^{-1}.

$$\boxed{\eta = \frac{dy}{dv}\frac{F_f}{S}}$$

- **Pression (en Pa)** s'exprime en **kg.m^{-1}.s^{-2}.**
- η = **kg.m^{-1}.s^{-2}. s = Pa . s = Poiseuille.**

→ **Dépend du <u>type</u> de liquide.**
→ **Dépend de la <u>température.</u>**

3. Dynamique d'un fluide incompressible

C. Écoulement d'un liquide réel

Le **coefficient de viscosité (η)** s'exprime en **Poiseuille** :

1 Poiseuille (η) = kg.m^{-1}.s^{-1}.

- **Liquide Newtonien** → **η** est une **constante** → *ex : l'eau η = 10^{-3} Poiseuille.*
- **Liquide non-Newtonien** → **η** n'est pas **une constante** → *ex : le sang.*

Dans les petits vaisseaux, les cellules (GR) font varier la viscosité du sang.

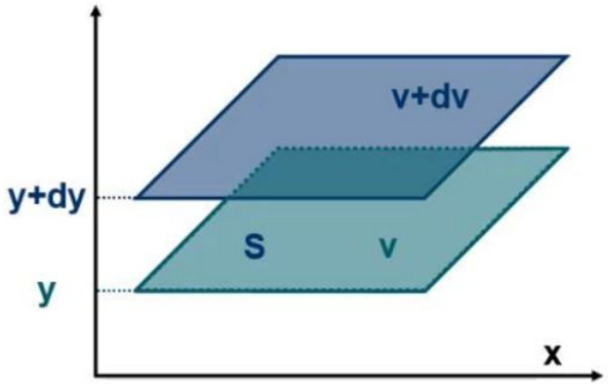
3. Dynamique d’un fluide incompressible

C. Écoulement d’un liquide réel

<u>Fluide Visqueux</u> → Lames de liquide.

- Circulent parallèlement.
- Surface A = Surface B.
- Lames identiques.

- Hauteurs différentes **= Vitesses différentes.**



3. Dynamique d’un fluide incompressible

C. Écoulement d’un liquide réel

<u>**Fluide Visqueux**</u> → **Vitesses différentes**.

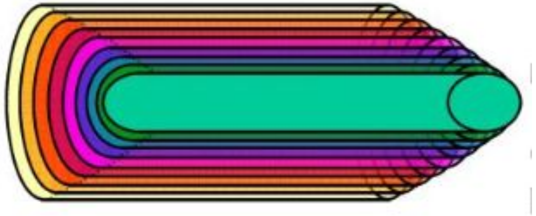
On assimile à <u>un rayon</u> → un **filet liquidien** possédant la **même vitesse.**

3. Dynamique d'un fluide incompressible

C. Écoulement d'un liquide réel

<u>**Fluide Visqueux**</u> → **Vitesses différentes**.

On assimile à <u>un rayon</u> → un **filet liquidien** possédant la **même vitesse.**



- Au <u>centre</u> du vaisseau : **V** $_{\mathbf{MAX}}$**.**
- À <u>la périphérie</u> du vaisseau : **V** $_{\mathbf{nulle}}$**.**

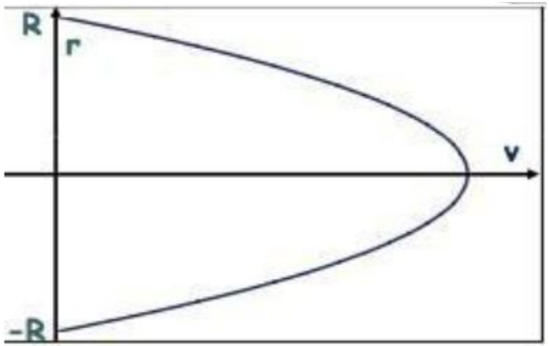
3. Dynamique d'un fluide incompressible

C. Écoulement d'un liquide réel

On assimile à <u>un rayon</u> → un **filet liquidien** possédant la **même vitesse.**

- Au centre du vaisseau : **V_{MAX}.**
- À la périphérie du vaisseau : **V_{nulle}.**

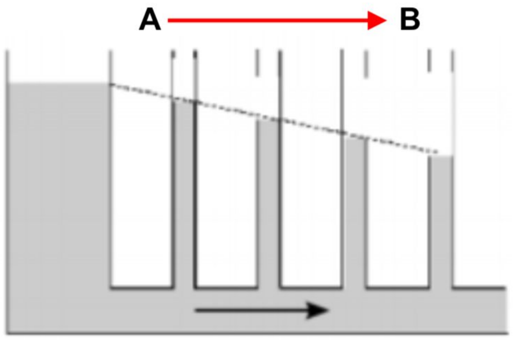
$$\boxed{\mathbf{Vmax = 2\ Vmoy}}$$



Profil de vitesse

3. Dynamique d’un fluide incompressible

C. Écoulement d’un liquide réel

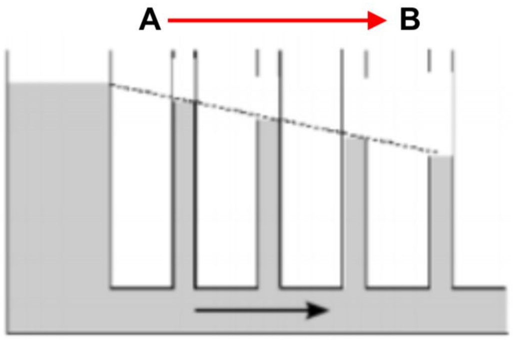


Rappels :

- **Débit** (D) = **Section** (S) x **vitesse** (v)
- Loi de conservation de l’énergie :
  $\boldsymbol{\rho g Z_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 + P_A = P_B + \rho g Z_B + \frac{1}{2}\rho v_B^2 + \Delta P}$

3. Dynamique d'un fluide incompressible

C. Écoulement d'un liquide réel



Rappels :

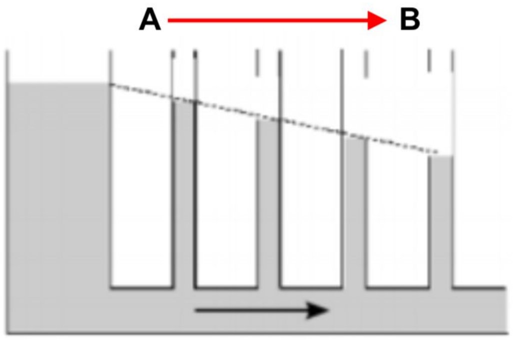
- **Débit** (D) = **Section** (S) x **vitesse** (v)
- Loi de conservation de l'énergie :
  $\rho g Z_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 + P_A = P_B + \rho g Z_B + \frac{1}{2}\rho v_B^2 + \Delta P$

3. Dynamique d'un fluide incompressible

C. Écoulement d'un liquide réel

Rappels :

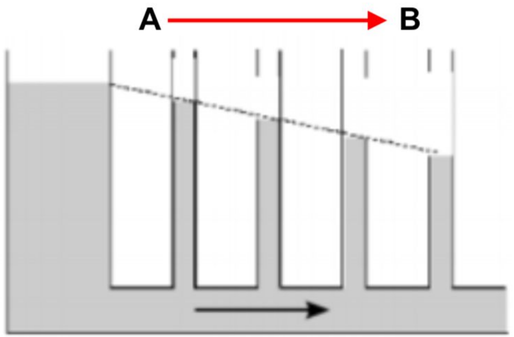
- **Débit** (D) = **Section** (S) x **vitesse** (v)
- Loi de conservation de l'énergie :
  $\boldsymbol{\rho g Z_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 + P_A = P_B + \rho g Z_B + \frac{1}{2}\rho v_B^2 + \Delta P}$



Loi de Poiseuille :

3. Dynamique d'un fluide incompressible

C. Écoulement d'un liquide réel



Rappels :

- **Débit** (D) = **Section** (S) x **vitesse** (v)
- Loi de conservation de l'énergie :
  $\rho g Z_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 + P_A = P_B + \rho g Z_B + \frac{1}{2}\rho v_B^2 + \Delta P$

Loi de Poiseuille :

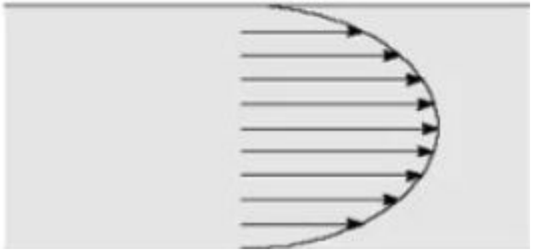
$$\boxed{\Delta P = Q\frac{8\eta L}{\pi R^4}}$$

- **ΔP** = Perte de charge = perte de pression
- **Q** = Débit total
- **η** = Viscosité
- **L** = Longueur
- **R** = Rayon du tube ou vaisseau

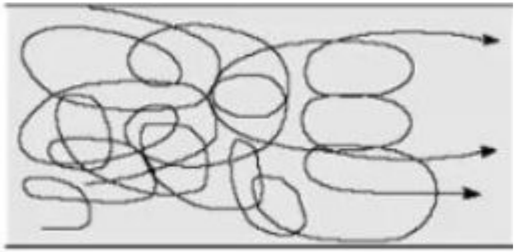
3. Dynamique d’un fluide incompressible

C. Écoulement d’un liquide réel

Ecoulement LAMINAIRE :



Ecoulement TURBULENT :

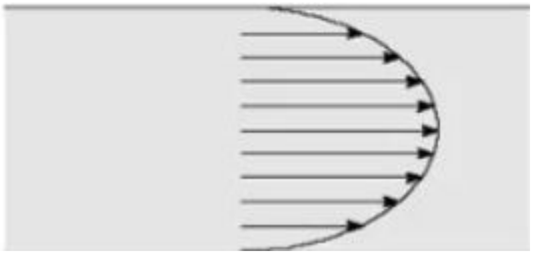


3. Dynamique d'un fluide incompressible

C. Écoulement d'un liquide réel

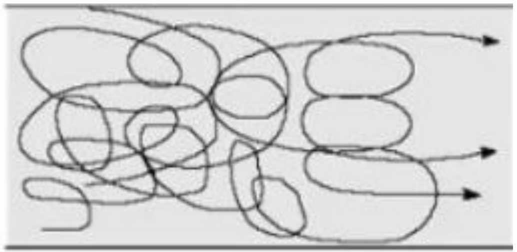
<u>Ecoulement LAMINAIRE</u> :

- Vitesse **faible,**
- **Profil parabolique** de la vitesse,
- **Pas de bruit** à l'écoulement,



<u>Ecoulement TURBULENT</u> :

- Vitesse **élevée,**
- **Profil anarchique** de la vitesse,
- **Bruit** à l'écoulement → Souffle,



3. Dynamique d’un fluide incompressible

C. Écoulement d’un liquide réel

Pour savoir si un liquide réel est turbulent ou laminaire, on calcule le **Nombre de Reynolds**.

Le **Nombre de Reynolds** est **SANS DIMENSION**
→ **PAS D’UNITÉS.**

$$\boxed{Re = \frac{pdv}{\eta} = \frac{p}{\eta} \times \frac{4D}{\pi d}}$$

- d = diamètre en m,
- ρ = masse volumique en $kg.m^{-3}$,
- η = viscosité en kg/(m.s),
- v = vitesse en $m.s^{-1}$.

3. Dynamique d’un fluide incompressible

C. Écoulement d’un liquide réel

Pour savoir si un liquide réel est turbulent ou laminaire, on calcule le **Nombre de Reynolds**.

Le **Nombre de Reynolds** est **SANS DIMENSION**
→ **PAS D’UNITÉS.**

$$\boxed{Re = \frac{\rho d v}{\eta} = \frac{\rho}{\eta} \times \frac{4D}{\pi d}}$$

- d = diamètre en m → ***constante***,
- ρ = masse volumique en $kg.m^{-3}$ → ***constante***,
- η = viscosité en $kg/(m.s)$ → ***constante***,
- v = vitesse en $m.s^{-1}$.

3. Dynamique d’un fluide incompressible

C. Écoulement d’un liquide réel

Pour savoir si un liquide réel est turbulent ou laminaire, on calcule le **Nombre de Reynolds**.

Le **Nombre de Reynolds** est **SANS DIMENSION**
→ **PAS D’UNITÉS.**

$$\boxed{Re = \frac{pdv}{\eta} = \frac{p}{\eta} \times \frac{4D}{\pi d}}$$

- d = diamètre en m → ***constante***,
- ρ = masse volumique en $kg.m^{-3}$ → ***constante***,
- η = viscosité en kg/(m.s) → ***constante,***
- v = vitesse en $m.s^{-1}$ → ***variable***.

3. Dynamique d'un fluide incompressible

C. Écoulement d'un liquide réel

Pour savoir si un liquide réel est turbulent ou laminaire, on calcule le **Nombre de Reynolds**.

Le **Nombre de Reynolds** est **SANS DIMENSION**
→ **PAS D'UNITÉS.**

$$Re = \frac{\rho d v}{\eta} = \frac{\rho}{\eta} \times \frac{4D}{\pi d}$$

- d = diamètre en m → ***constante***,
- ρ = masse volumique en $kg.m^{-3}$ → ***constante***,
- η = viscosité en $kg/(m.s)$ → ***constante***,
- v = vitesse en $m.s^{-1}$ → ***variable***.

*La **vitesse critique** est la vitesse pour laquelle on passe d'un écoulement laminaire à un écoulement turbulent.*

3. Dynamique d'un fluide incompressible

C. Écoulement d'un liquide réel

Pour savoir si un liquide réel est turbulent ou laminaire, on calcule le **Nombre de Reynolds**.

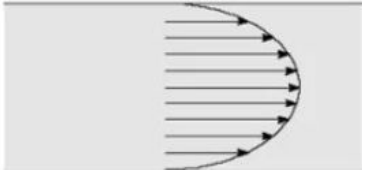
Le **Nombre de Reynolds** est **<u>SANS DIMENSION</u>**

→ **PAS D'UNITÉS.**

$$\boldsymbol{Re} = \frac{pdv}{\eta} = \frac{p}{\eta} \times \frac{4D}{\pi d}$$

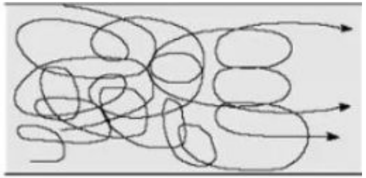
<u>Ecoulement LAMINAIRE</u> :

- Nbr de Reynolds **< 2 000.**



<u>Ecoulement TURBULENT</u> :

- Nbr de Reynolds **> 3 000.**



3. Dynamique d’un fluide incompressible

C. Écoulement d’un liquide réel

Pour savoir si un liquide réel est turbulent ou laminaire, on calcule le **Nombre de Reynolds**.

Le **Nombre de Reynolds** est **SANS DIMENSION**
→ **PAS D’UNITÉS.**

$$\boxed{Re = \frac{pdv}{\eta} = \frac{p}{\eta} \times \frac{4D}{\pi d}}$$

Ecoulement LAMINAIRE :

- Nbr de Reynolds **< 2 000.**

On applique la Loi de Poiseuille.

Ecoulement TURBULENT :

- Nbr de Reynolds **> 3 000.**

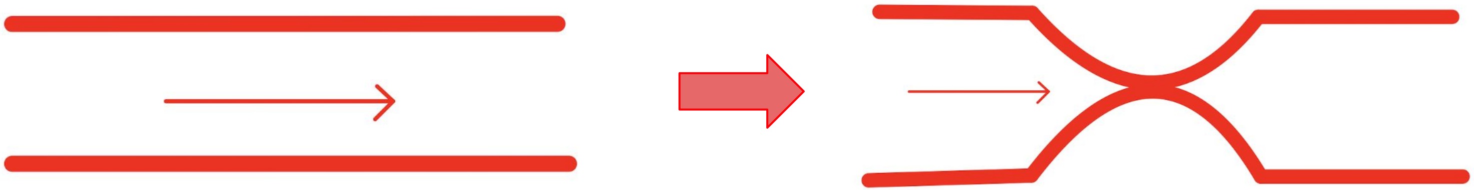
On n’applique PAS la loi de Poiseuille.

4. Mesure de la pression artérielle

4. Mesure de la pression artérielle

Mesure de la **Pression Artérielle (PA)** :

- Mesure **INDIRECTE,**
- Compression de l'artère humérale,
- **Sténose artificielle** de l'artère.



4. Mesure de la pression artérielle

Mesure de la **Pression Artérielle (PA)** :

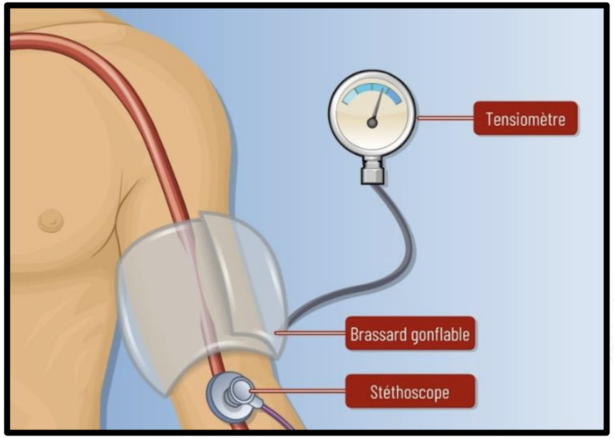
- Mesure **INDIRECTE,**
- Compression de l'artère humérale,
- **Sténose artificielle** de l'artère.

Pression Systolique : pression artérielle **MAXIMUM**

→ *environ 140 mmHg.*

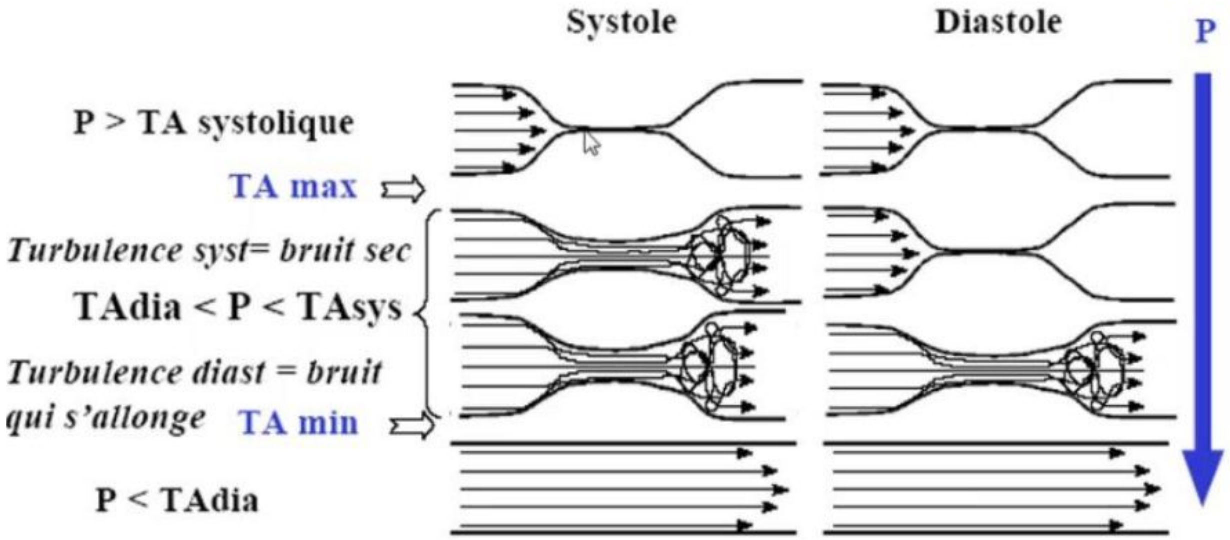
Pression Diastolique : pression artérielle **MINIMUM**

→ *environ 70 mmHg.*



4. Mesure de la pression artérielle

La mesure de la pression artérielle est basée sur l'étude des **Bruits de Korotkoff**.



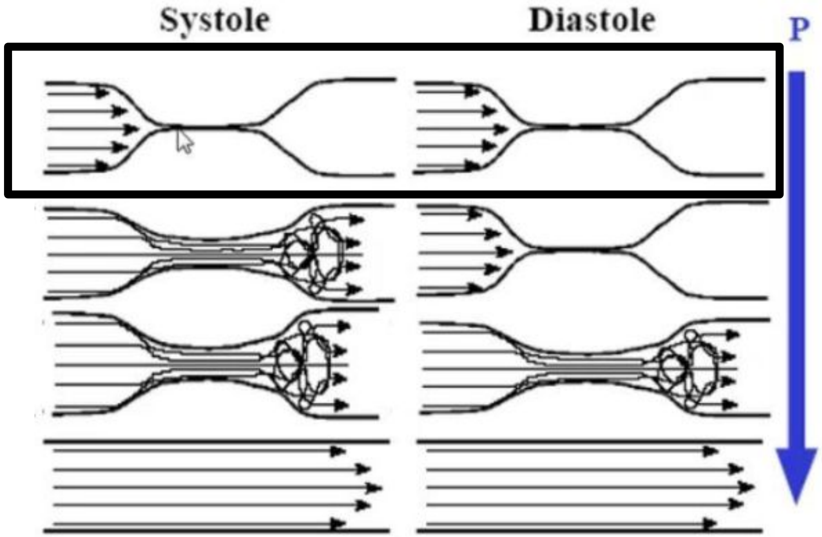
4. Mesure de la pression artérielle

La mesure de la pression artérielle est basée sur l’étude des [Bruits de Korotkoff](#).

<u>1ère ligne :</u>

- **On compresse totalement l’artère.**
- Pas d’écoulement,
- Pas de bruit.

Pression du sang **< Pression du brassard**



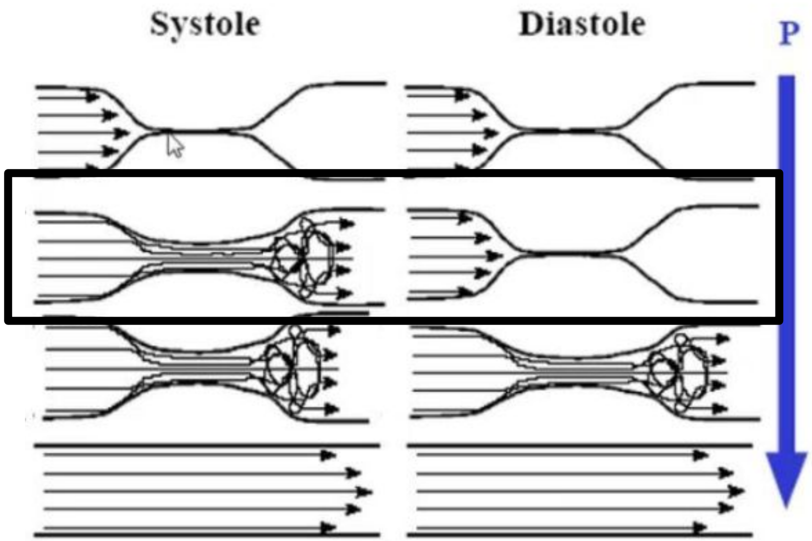
4. Mesure de la pression artérielle

La mesure de la pression artérielle est basée sur l'étude des [Bruits de Korotkoff](#).

<u>2ème ligne :</u>

- **Pression du brassard diminue,**
- Écoulement du sang de manière anarchique = **TURBULENT,**
- Nombre de Reynolds > 3 000,
- **Bruits**.

Pression du sang ≥ Pression du brassard,

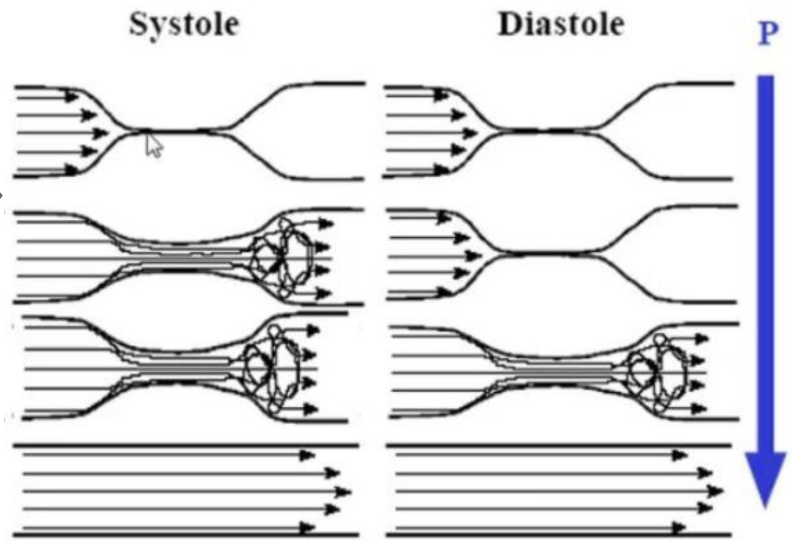


4. Mesure de la pression artérielle

La mesure de la pression artérielle est basée sur l'étude des [Bruits de Korotkoff](#).

C'est la **pression systolique**
= pression **maximale** du sang.

Passage de Aucun bruit → **Bruits.**



4. Mesure de la pression artérielle

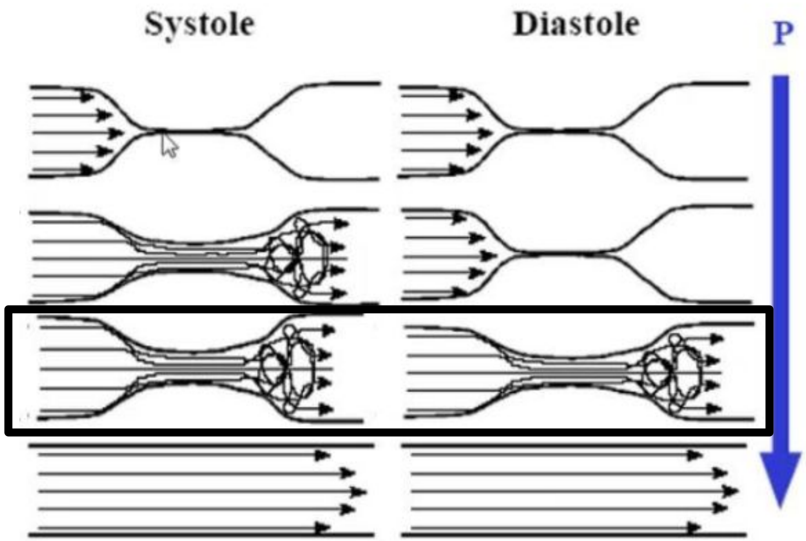
La mesure de la pression artérielle est basée sur l'étude des Bruits de Korotkoff.

3ème ligne :

- Pression du brassard **diminue encore,**
- Écoulement du sang de moins en moins **anarchique** = de moins en moins **TURBULENT.**

- Bruits **s'estompent de plus en plus.**

Pression du sang >> Pression du brassard,



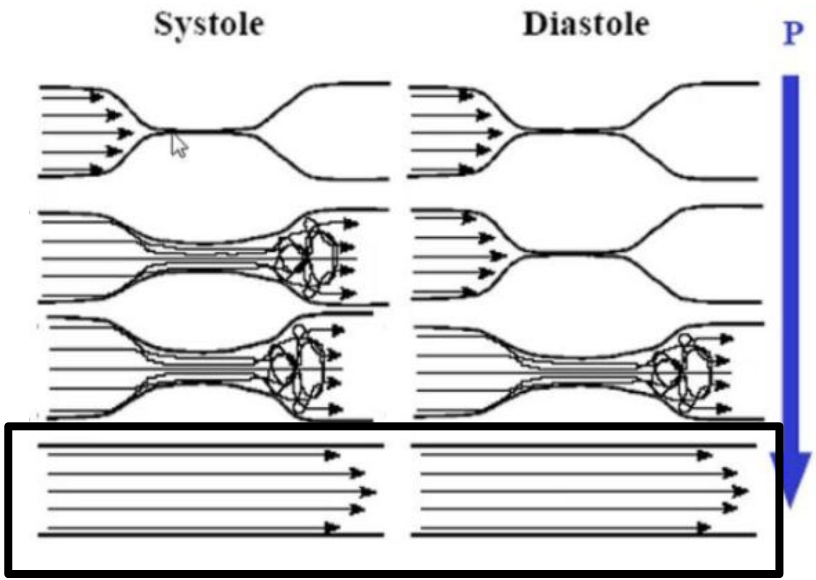
4. Mesure de la pression artérielle

La mesure de la pression artérielle est basée sur l'étude des Bruits de Korotkoff.

4ème ligne :

- **Pression du brassard diminue → zéro,**
- Écoulement du sang fluide.
- Écoulement du sang fluide = LAMINAIRE,
- Nbr de Reynolds < 2 000,
- **PAS de Bruit.**

Pression du sang >>>> Pression du brassard.

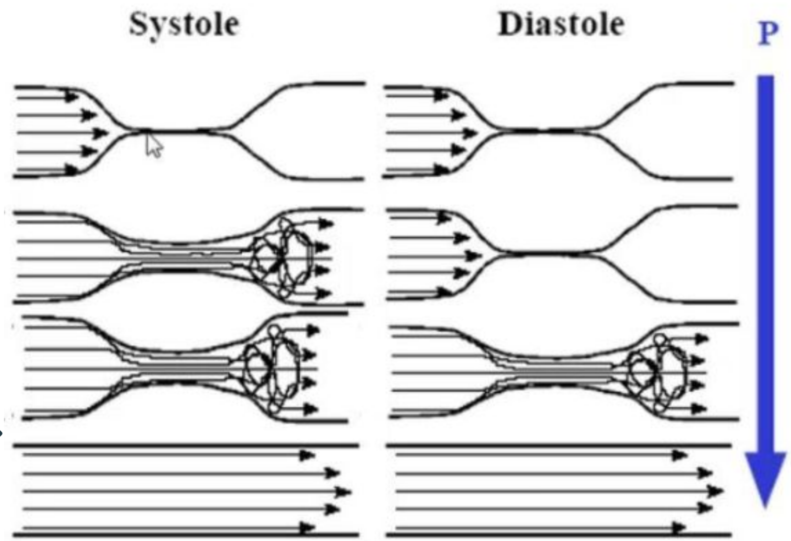


4. Mesure de la pression artérielle

La mesure de la pression artérielle est basée sur l'étude des [Bruits de Korotkoff].

C'est la **pression diastolique**
= pression **minimale** du sang.

Passage de **Bruits** → Aucun bruit.




1er = Pression Systolique

VRAI ou FAUX

La viscosité η s’exprime en Pa.s, unité appelée le Poiseuille.

VRAI ou FAUX

La viscosité η s'exprime en Pa.s, unité appelée le Poiseuille.

VRAI.

C'est bien dans cette unité. Attention à ne pas tomber dans le piège $Pa.s^{-1}$

VRAI ou FAUX

Le nombre de Reynolds évolue dans le même sens que la viscosité du fluide considéré.

VRAI ou FAUX

Le nombre de Reynolds évolue dans le même sens que la viscosité du fluide considéré.

FAUX

Ça évolue dans le sens inverse. Soit on connaît la formule et on sait que η (la viscosité) est au dénominateur. Soit on arrive à voir qu'un fluide moins visqueux va plus facilement être turbulent (exemple: de l'eau par rapport à de l'huile) et on en déduit que plus η est petit, plus Re est grand.

$$\boxed{Re = \frac{\rho v d}{\eta}}$$

VRAI ou FAUX

Lors d'une prise de pression artérielle manuelle, la première pression mesurée est la pression diastolique.

VRAI ou FAUX

Lors d'une prise de pression artérielle manuelle, la première pression mesurée est la pression diastolique.

FAUX

Il s'agit de la pression systolique, qui est la pression la plus élevée du cycle cardiaque. C'est elle qu'on va d'abord réussir à entendre.

VRAI ou FAUX

La loi de Bernoulli est applicable aux fluides parfaits et réels.

VRAI ou FAUX

La loi de Bernoulli est applicable aux fluides parfaits et réels.

FAUX

La loi de Bernoulli est applicable uniquement aux fluides PARFAITS, statiques ou dynamiques !

MERCI POUR VOTRE ATTENTION <3