Partie II: Mécanique des fluides

Mécanique des fluides est un domaine de la physique consacré à

- l’étude du comportement des fluides (liquides et gaz).

- l’étude des forces internes associées.

Partie II: Mécanique des fluides

Mécanique des fluides est un domaine de la physique consacré à

- Ce domaine a de nombreuses **applications** comme la **mesure** de **pression** et de **masse volumique**.

Partie II: Mécanique des fluides

1. Hydrostatique.

2. Hydrodynamique.

1. Hydrostatique

Hydrostatique ?

Etude des fluides au repos

Définition

Fluides

- **Fluides** sont des corps (liquides et gaz) qui n’ayant pas de forme propre, sont facilement déformables sous l’action de très faibles contraintes (forces) extérieures.

Fluides

- **Fluides** sont des corps (liquides et gaz) qui n'ayant pas de forme propre, sont facilement déformables sous l'action de très faibles contraintes (forces) extérieures.

- **Fluides parfaits** se sont les fluides dans lesquels la force de frottement dans les fluides (**viscosité**) est nulle.

- **Fluides réels** se sont les fluides dans lesquels la force de frottement dans les fluides (**viscosité**) est différente de zéro.

Fluides

- **Fluides** sont des corps (liquides et gaz) qui n'ayant pas de forme propre, sont facilement déformables sous l'action de très faibles contraintes (forces) extérieures.

- **Fluides parfaits** se sont les fluides dans lesquels la force de frottement dans les fluides (**viscosité**) est nulle.

- **Fluides réels** se sont les fluides dans lesquels la force de frottement dans les fluides (**viscosité**) est différente de zéro.

Remarque

✓En réalité tous les fluides sont réels car, dans la nature les fluides à **viscosité** nulle **n'existent pas**.

Analogie

Mécanique Newtonienne

Mécanique des fluides

Analogie

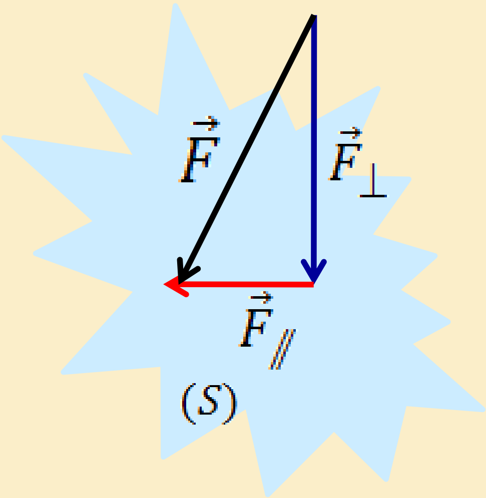
Mécanique Newtonienne		Mécanique des fluides
m : **Masse**	$\longrightarrow$	ρ : **Masse volumique**
F : **Force**	$\longrightarrow$	P : **Pression**

- Les fluides ne sont pas rigides et ne peuvent pas rester longtemps au repos sous l’action de forces extérieures.

- Les fluides ne sont pas rigides et ne peuvent pas rester longtemps au repos sous l’action de forces extérieures.

On exerce sur une surface plane d’un fluide (S) une force $\vec{F}$

Cette force peut être décomposée en:



- Les fluides ne sont pas rigides et ne peuvent pas rester longtemps au repos sous l'action de forces extérieures.

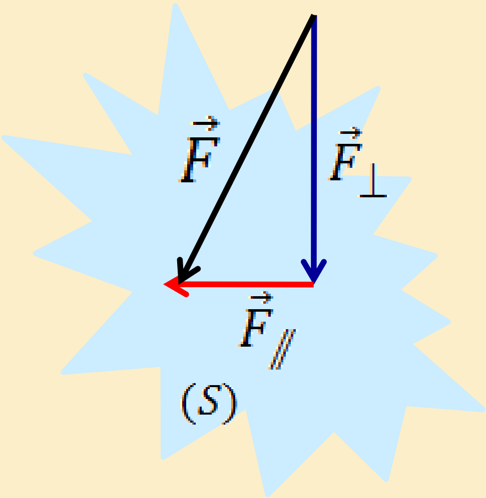
On exerce sur une surface plane d'un fluide (S) une force $\vec{F}$

Cette force peut être décomposée en:

$\vec{F}_{\perp}$: Force perpendiculaire à la surface (S)

$\vec{F}_{/\!/}$: Force parallèle à la surface (S)

telles que $\boxed{\vec{F} = \vec{F}_{/\!/} + \vec{F}_{\perp}}$



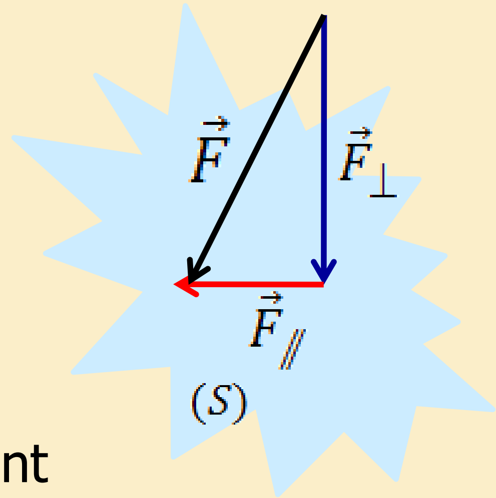
- Les fluides ne sont pas rigides et ne peuvent pas rester longtemps au repos sous l'action de forces extérieures.

On exerce sur une surface plane d'un fluide (S) une force $\vec{F}$

Cette force peut être décomposée en:

$\vec{F}_{\perp}$: Force perpendiculaire à la surface (S)

$\vec{F}_{/\!/}$: Force parallèle à la surface (S)



telles que $\boxed{\vec{F} = \vec{F}_{/\!/} + \vec{F}_{\perp}}$

- Lorsque: $\vec{F}_{/\!/} \neq 0$ $\longrightarrow$ Fluide en Mouvement
- Lorsque: $\vec{F}_{/\!/} = 0$ $\longrightarrow$ Fluide au repos

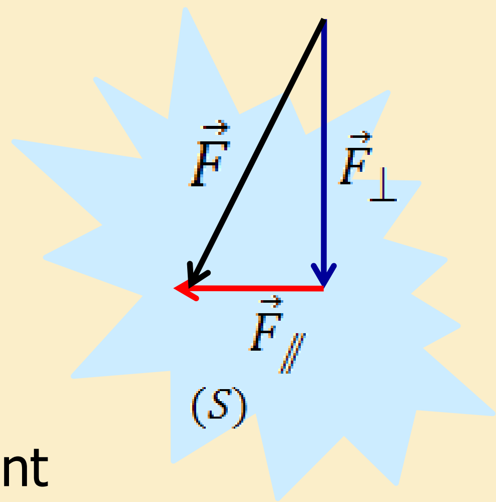
- Les fluides ne sont pas rigides et ne peuvent pas rester longtemps au repos sous l’action de forces extérieures.

On exerce sur une surface plane d’un fluide (S) une force $\vec{F}$

Cette force peut être décomposée en:

$\vec{F}_{\perp}$: Force perpendiculaire à la surface (S)

$\vec{F}_{/\!/}$: Force parallèle à la surface (S)



telles que $\boxed{\vec{F} = \vec{F}_{/\!/} + \vec{F}_{\perp}}$

- Lorsque: $\vec{F}_{/\!/} \neq 0 \longrightarrow$ Fluide en Mouvement
- Lorsque: $\vec{F}_{/\!/} = 0 \longrightarrow$ Fluide au repos

Remarque

✓Le déplacement d’un fluide est conditionné par l’existence d’une force parallèle appliquée sur sa surface.

Pression

Pression

La pression est la force qui s'exerce par unité de surface

$$\boxed{P = \frac{F}{S}}$$ (*)

Unité :

- **P** en **Pascale**,

$1\ \text{Pascal} = 1\ \text{Pa} = 1\ \text{kg/m.s}^2 = 1\ \text{N/m}^2$

F : Force s'exerçant perpendiculairement à la surface (S) .

Pression

La pression est la force qui s'exerce par unité de surface

$$\boxed{P = \frac{F}{S}} \quad \textbf{(*)}$$

Unité :

• **P** en **Pascale**,

$1\,\text{Pascal} = 1\,\text{Pa} = 1\,\text{kg/m.s}^2 = 1\,\text{N/m}^2$

F : Force s'exerçant perpendiculairement à la surface

❖ Pression atmosphérique

La pression atmosphérique est le poids de l'air exercé sur 1m^2 de la surface de la Terre.

Pression

Remarque

✓ Plus on s'éloigne de la surface de la Terre , plus il y a moins de molécules d'air. Donc la pression diminue avec l'altitude h.

- Au niveau de la mer h=0 (à $T = 0°C$):

$$P = P_0 = 1 \text{ atmosphère} = 1 \text{ atm}$$

Pression

Remarque

✓ Plus on s'éloigne de la surface de la Terre , plus il y a moins de molécules d'air. Donc la pression diminue avec l'altitude h.

- Au niveau de la mer h=0 (à $T = 0°C$):

$$P = P_0 = 1 \text{ atmosphère} = 1 \text{ atm}$$

✓ Unités de la pression:

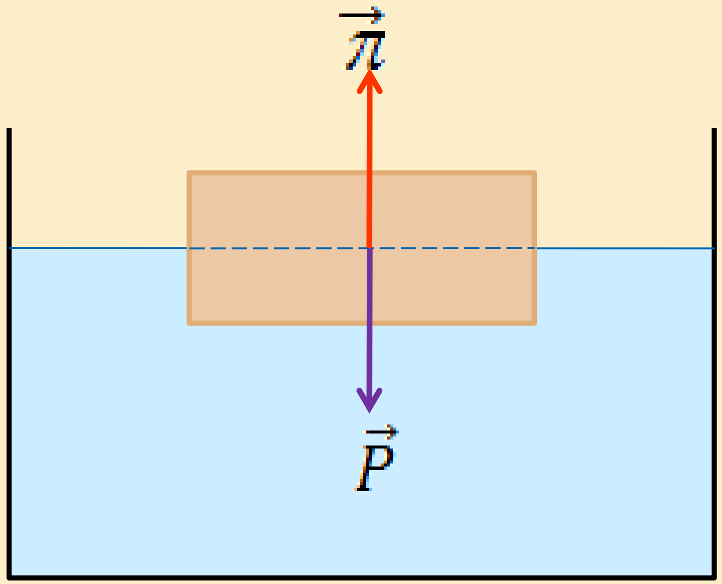
$$1 \text{ atm} = 1,013.10^5 \frac{N}{m^2} = 1,013.10^5 \text{ Pa} = 1,013 \text{bar}$$

$$= 760 \text{ mm.Hg} = 760 \text{ Torr}$$

Poussée d'Archimède

Poussée d'Archimède

Lorsque un corps solide est plongé dans un fluide, il reçoit une poussée (force) verticale, dirigée vers le haut et égale au poids du fluide déplacé.



Poussée d'Archimède

Lorsque un corps solide est plongé dans un fluide, il reçoit une poussée (force) verticale , dirigée vers le haut et égale au poids du fluide déplacé.

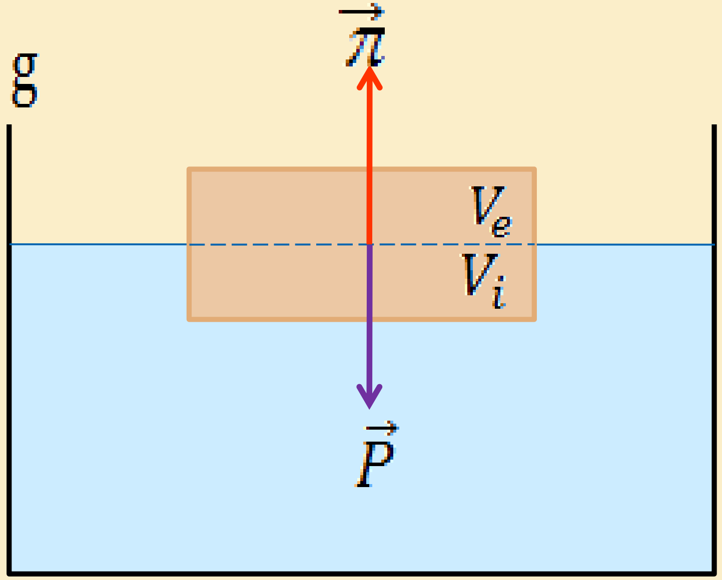
- Le poids du corps est: $P = m.g = (\rho.V).g$

Avec $V = (V_i + V_e)$

V_e : Volume émergé

V_i : Volume immergé

$\longrightarrow \quad P = \rho.(V_i + V_e).g \quad$ **(1)**



ρ : Masse volumique du solide.

Poussée d'Archimède

Lorsque un corps solide est plongé dans un fluide, il reçoit une poussée (force) verticale , dirigée vers le haut et égale au poids du fluide déplacé.

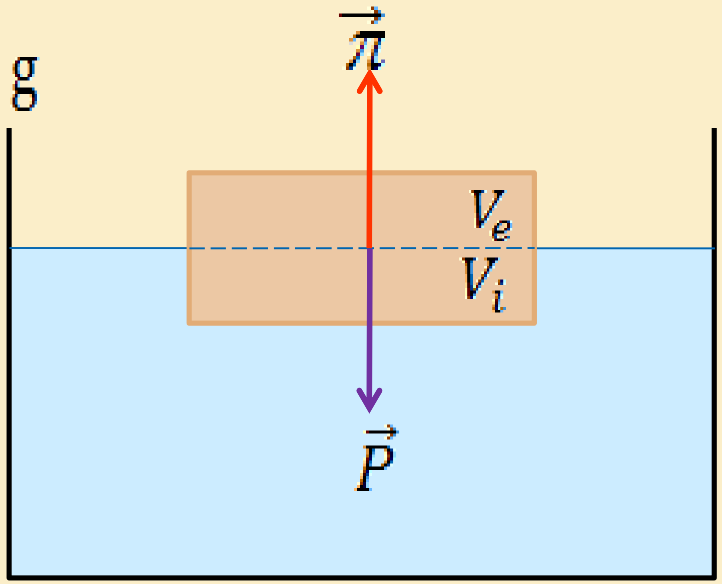
- Le poids du corps est: $\mathrm{P} = \mathrm{m.g} = (\rho.V).\mathrm{g}$

Avec $V = (V_i + V_e)$

V_e : Volume émergé

V_i : Volume immergé

$\longrightarrow \quad \mathrm{P} = \rho.(V_i + V_e).\mathrm{g} \qquad \textbf{(1)}$



- La poussé d'Archimède :

$$\vec{\pi} = \rho_0.V_i.\mathrm{g} \qquad \textbf{(2)}$$

ρ : Masse volumique du solide.

ρ_0: Masse volumique du fluide.

Poussée d'Archimède

Lorsque un corps solide est plongé dans un fluide, il reçoit une poussée (force) verticale , dirigée vers le haut et égale au poids du fluide déplacé.

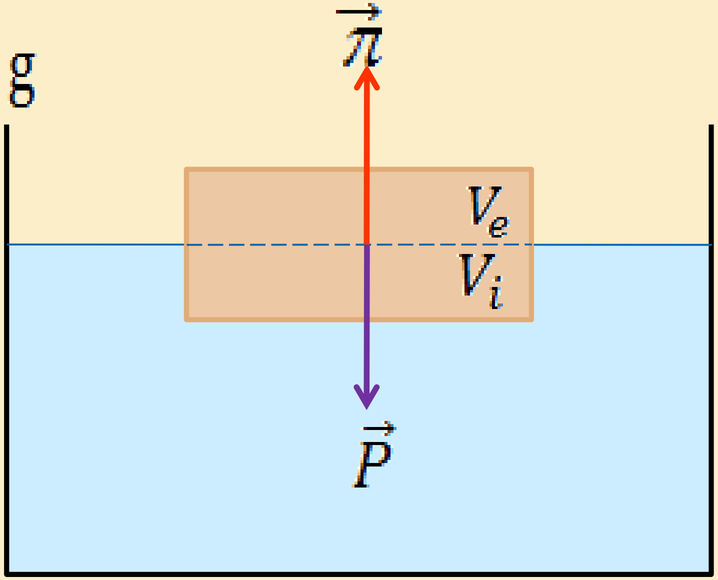
- Le poids du corps est: $\mathrm{P} = \mathrm{m.g} = (\rho . V).\mathrm{g}$

Avec $V = (V_i + V_e)$

V_e : Volume émergé

V_i : Volume immergé

$\longrightarrow \quad \mathrm{P} = \rho.(V_i + V_e).\mathrm{g} \qquad$ **(1)**



ρ : Masse volumique du solide.

ρ_0: Masse volumique du fluide.

- La poussé d'Archimède :

$\vec{\pi} = \rho_0 . V_i . \mathrm{g} \qquad$ **(2)**

à l'équilibre on a : $\pi = P$

(1) = (2) $\longrightarrow$ $\boxed{\dfrac{\rho}{\rho_0} = \dfrac{V_i}{(V_i + V_e)}}$

Poussée d'Archimède

$$\boxed{\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{V_i}{(V_i + V_e)}}$$

Selon les valeurs de ρ et de ρ_0, on distingue les phénomènes suivants

Poussée d'Archimède

$$\boxed{\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{V_i}{(V_i + V_e)}}$$

Selon les valeurs de ρ et de ρ_0 , on distingue les phénomènes suivants

- $\rho > \rho_0 \longrightarrow$ **Une immersion:** le corps solide se trouve complètement immergé dans le fluide.

Poussée d'Archimède

$$\boxed{\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{V_i}{(V_i + V_e)}}$$

Selon les valeurs de ρ et de ρ_0, on distingue les phénomènes suivants

- $\rho > \rho_0 \longrightarrow$ **Une immersion:** le corps solide se trouve complètement immergé dans le fluide.

- $\rho < \rho_0 \longrightarrow$ **Une flottaison:** le corps solide flotte à la surface du liquide

Poussée d'Archimède

$$\boxed{\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{V_i}{(V_i + V_e)}}$$

Selon les valeurs de ρ et de ρ_0, on distingue les phénomènes suivants

- $\rho > \rho_0 \longrightarrow$ **Une immersion:** le corps solide se trouve complètement immergé dans le fluide.

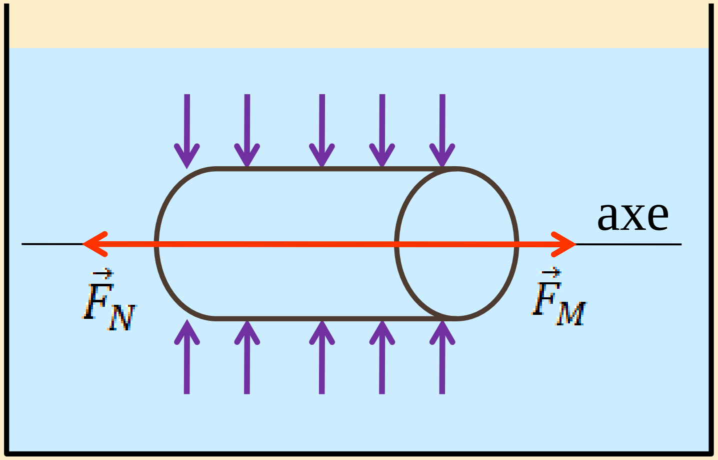
- $\rho < \rho_0 \longrightarrow$ **Une flottaison:** le corps solide flotte à la surface du liquide

- $\rho = \rho_0 \longrightarrow$ **Une suspension:** le cas de certains médicaments (Sirops)

Loi de Pascal

Loi de Pascal

➢ En absence de gravité la **pression** dans un fluide **au repos** est **la même en tout point**.



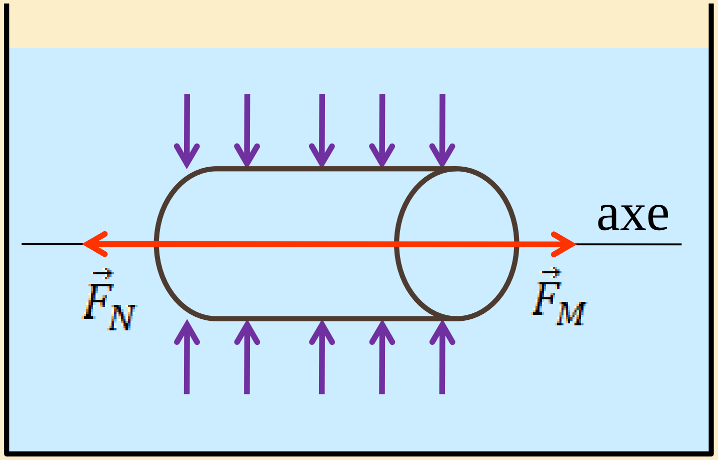
S : Surface du cylindre.

Loi de Pascal

- En absence de gravité la **pression** dans un fluide **au repos** est **la même en tout point**.

Au repos (En raison de symétrie)

$$\sum \vec{F}_{\perp cylindre} = \vec{0}$$



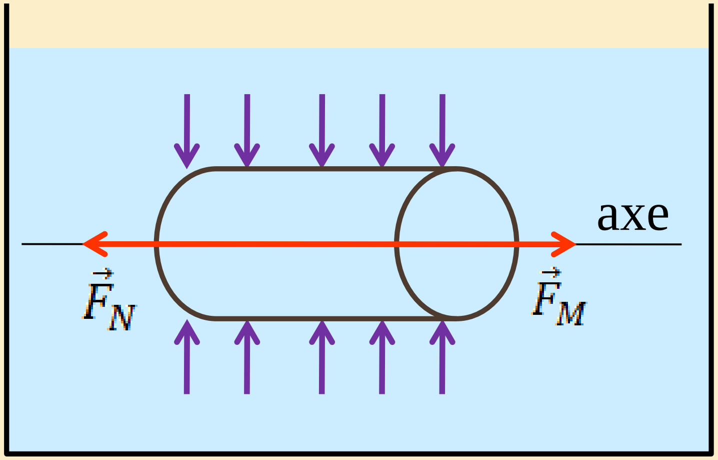
S : Surface du cylindre.

Loi de Pascal

- En absence de gravité la **pression** dans un fluide **au repos** est **la même en tout point**.

Au repos (En raison de symétrie)

$$\sum \vec{F}_{\perp cylindre} = \vec{0}$$



S : Surface du cylindre.

de même

$$\sum \vec{F}_{/\!/ cylindre} = \vec{0}$$

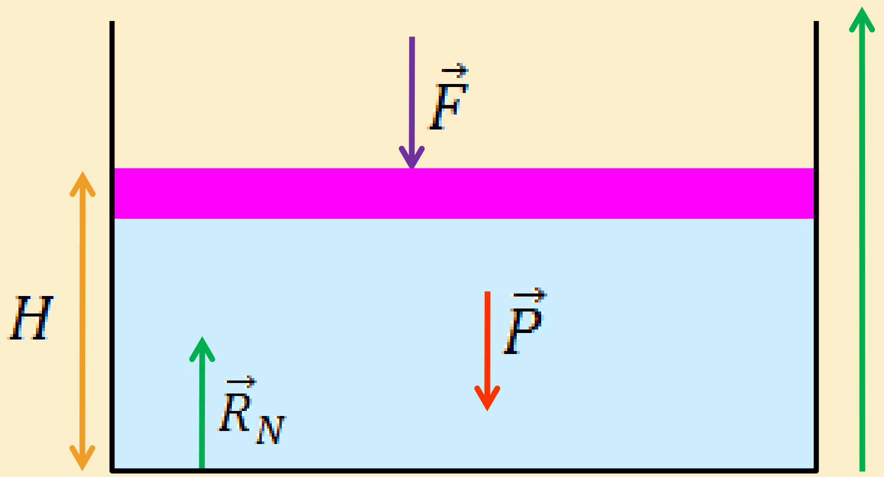
$$\longrightarrow \sum \vec{F}_{/\!/ cylindre} = \vec{F}_M + \vec{F}_N = \vec{0}$$

$$\longrightarrow \|\vec{F}_M\| = \|\vec{F}_N\| \longrightarrow \frac{F_M}{S} = \frac{F_N}{S} \xrightarrow{(*)} \boxed{P_M = P_N}$$

Pression hydrostatique

Pression hydrostatique

Soit un cylindre contenant un fluide, Soit $\vec{F}$ une force $\perp$ au piston de section S et de de masse négligeable ($\vec{P}_{\text{piston}} = \vec{0}$).

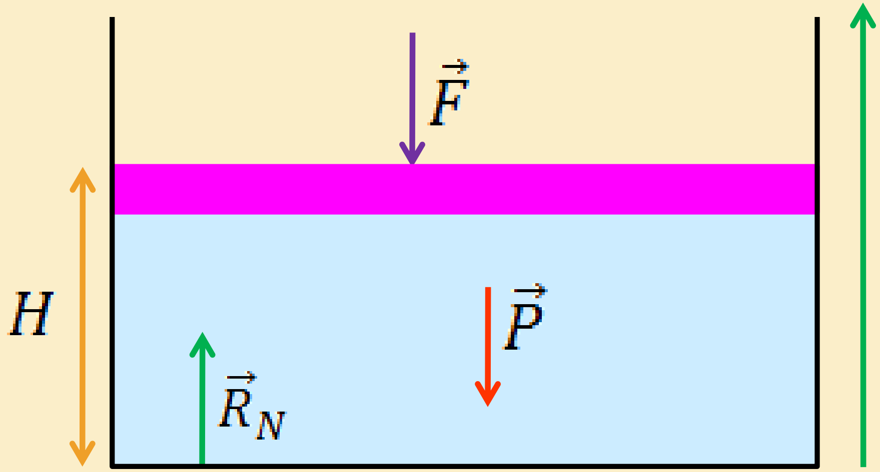


S : Section du piston.
$\vec{P}$: Pesanteur du liquide
$\vec{R}_N$: Réaction normale

Pression hydrostatique

Soit un cylindre contenant un fluide, Soit $\vec{F}$ une force $\perp$ au piston de section S et de de masse négligeable ($\vec{P}_{\text{piston}} = \vec{0}$).

- La pression sous le piston $\boxed{P_0 = \frac{F}{S}}$



S : Section du piston.
$\vec{P}$: Pesanteur du liquide
$\vec{R}_N$: Réaction normale

Pression hydrostatique

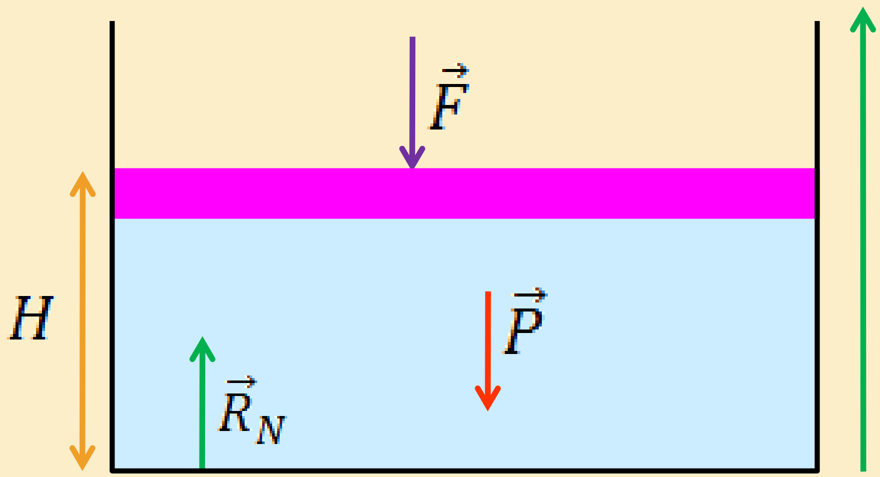
Soit un cylindre contenant un fluide, Soit $\vec{F}$ une force $\perp$ au piston de section S et de de masse négligeable ($\vec{P}_{\text{piston}} = \vec{0}$).

- La pression sous le piston $\boxed{P_0 = \dfrac{F}{S}}$

- L'équilibre du fluide se traduit par

$$\vec{R}_N + \vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$$

Projection: $R_N = P + F$



S : Section du piston.
$\vec{P}$: Pesanteur du liquide
$\vec{R}_N$: Réaction normale

Pression hydrostatique

Soit un cylindre contenant un fluide, Soit $\vec{F}$ une force $\perp$ au piston de section S et de de masse négligeable ($\vec{\mathrm{P}}_{\mathrm{piston}} = \vec{0}$).

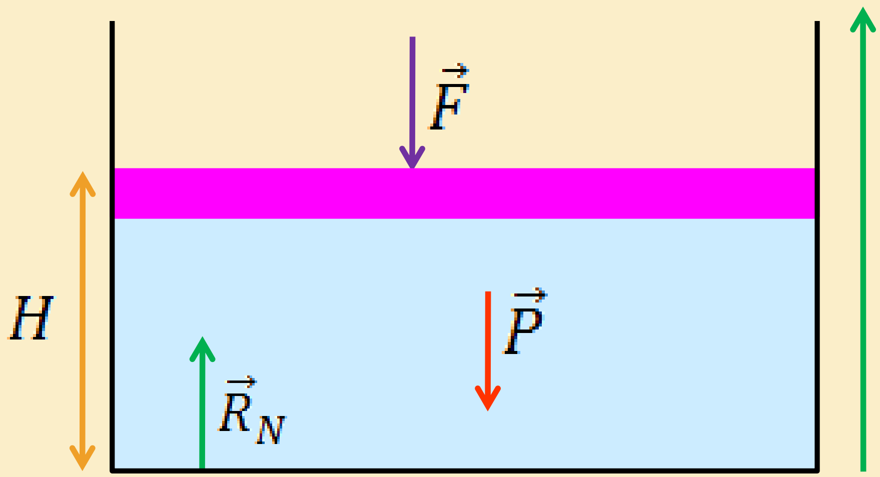
- La pression sous le piston $\boxed{\mathrm{P}_0 = \frac{F}{S}}$

- L'équilibre du fluide se traduit par

$$\vec{R}_N + \vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$$

Projection: $R_N = P + F$

En multipliant par: $\frac{1}{S}$



S : Section du piston.
$\vec{P}$: Pesanteur du liquide
$\vec{R}_N$: Réaction normale

Pression hydrostatique

Soit un cylindre contenant un fluide, Soit $\vec{F}$ une force $\perp$ au piston de section S et de de masse négligeable ($\vec{P}_{\text{piston}} = \vec{0}$).

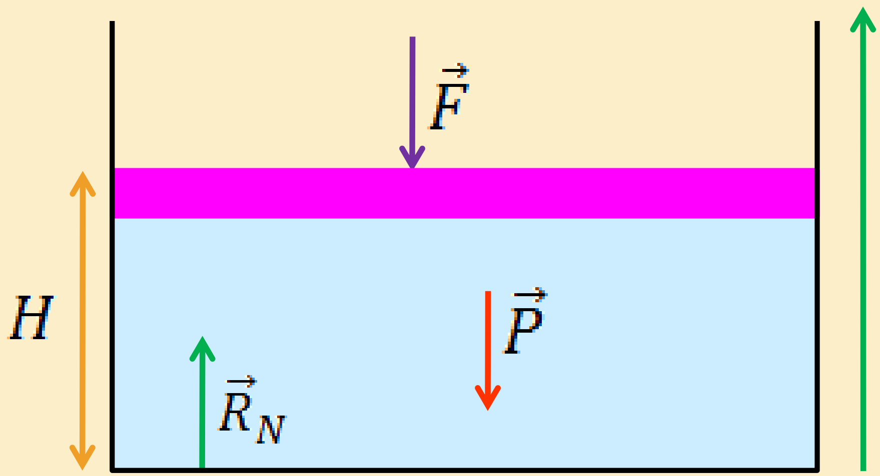
- La pression sous le piston $\boxed{P_0 = \frac{F}{S}}$

- L'équilibre du fluide se traduit par

$$\vec{R}_N + \vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$$

Projection: $R_N = P + F$

$$\longrightarrow \quad P_H = \frac{R_N}{S} = \frac{P}{S} + \frac{F}{S}$$



S : Section du piston.
$\vec{P}$: Pesanteur du liquide
$\vec{R}_N$: Réaction normale

Pression hydrostatique

Soit un cylindre contenant un fluide, Soit $\vec{F}$ une force $\perp$ au piston de section S et de de masse négligeable ($\vec{P}_{\text{piston}} = \vec{0}$).

- La pression sous le piston $\boxed{P_0 = \dfrac{F}{S}}$

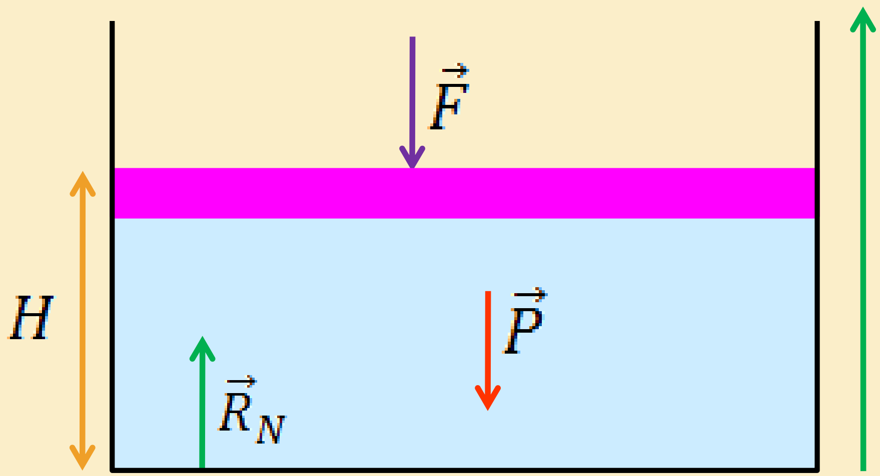
- L'équilibre du fluide se traduit par

$$\vec{R}_N + \vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$$

Projection: $R_N = P + F$

$$\longrightarrow P_H = \frac{R_N}{S} = \frac{P}{S} + \frac{F}{S}$$

$$\longrightarrow P_H = \frac{m.g}{S} + P_0$$



S : Section du piston.
$\vec{P}$: Pesanteur du liquide
$\vec{R}_N$: Réaction normale

Pression hydrostatique

Soit un cylindre contenant un fluide, Soit $\vec{F}$ une force $\perp$ au piston de section S et de de masse négligeable ($\vec{P}_{\text{piston}} = \vec{0}$).

- La pression sous le piston $\boxed{P_0 = \dfrac{F}{S}}$

- L'équilibre du fluide se traduit par

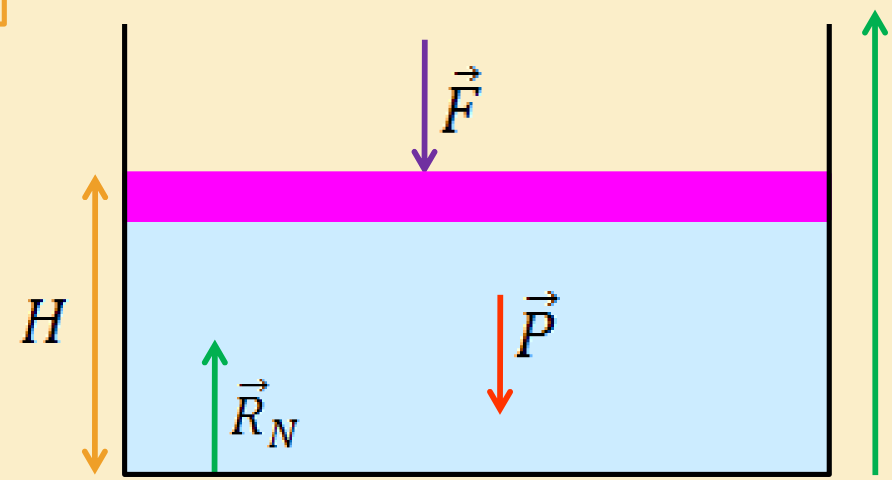
$$\vec{R}_N + \vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$$

Projection: $R_N = P + F$

$$\longrightarrow \quad P_H = \frac{R_N}{S} = \frac{P}{S} + \frac{F}{S}$$

$$\longrightarrow \quad P_H = \frac{m.g}{S} + P_0$$

Avec $m = \rho.V = \rho.(S.H)$



S : Section du piston.
$\vec{P}$: Pesanteur du liquide
$\vec{R}_N$: Réaction normale

Pression hydrostatique

Soit un cylindre contenant un fluide, Soit $\vec{F}$ une force $\perp$ au piston de section S et de de masse négligeable ($\vec{\mathrm{P}}_{\mathrm{piston}} = \vec{0}$).

- La pression sous le piston $\boxed{\mathrm{P}_0 = \frac{F}{S}}$

- L'équilibre du fluide se traduit par

$$\vec{R}_N + \vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$$

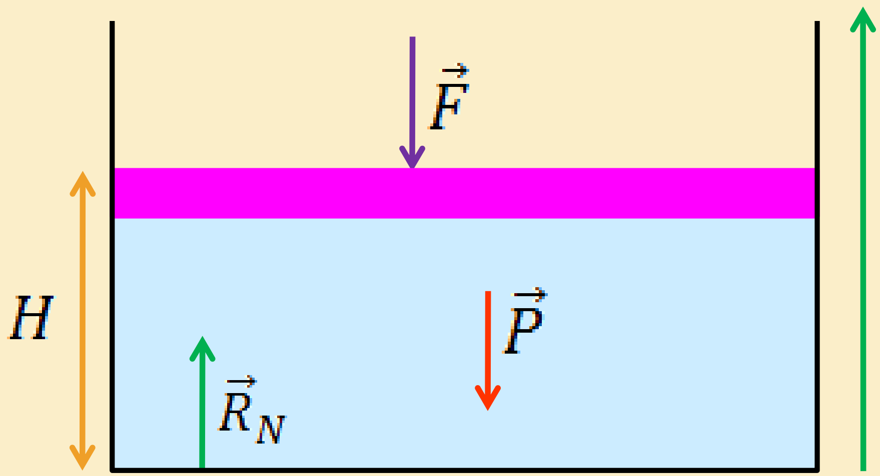
Projection: $R_N = P + F$

$$\longrightarrow P_H = \frac{R_N}{S} = \frac{P}{S} + \frac{F}{S}$$

$$\longrightarrow P_H = \frac{m.\mathrm{g}}{S} + P_0$$

Avec $m = \rho.V = \rho.(S.H)$

On trouve $\boxed{P_H = \rho.\mathrm{g}.\mathrm{H} + P_0}$



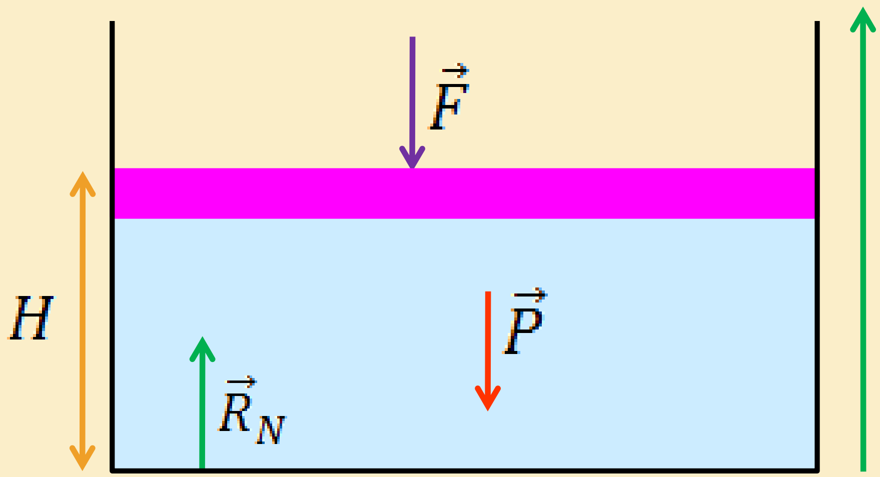
S : Section du piston.
$\vec{P}$: Pesanteur du liquide
$\vec{R}_N$: Réaction normale

Pression hydrostatique

Remarque

$$\boxed{P_H = \rho . g . H + P_0}$$

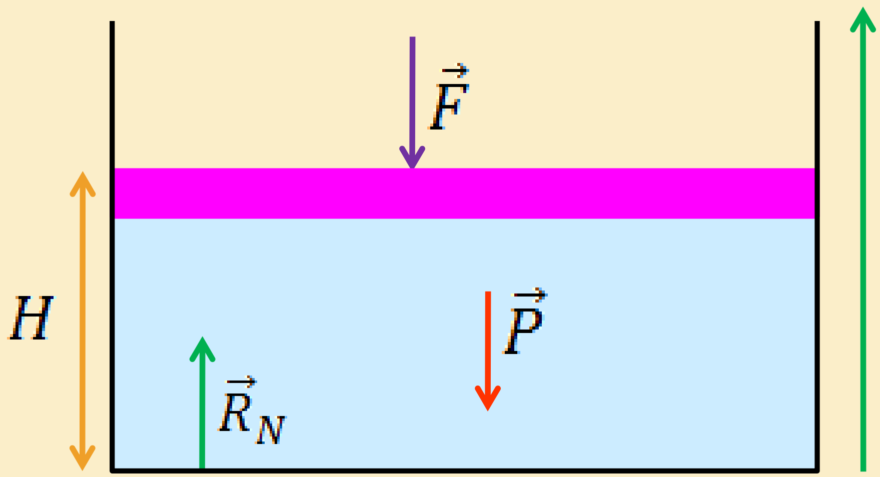
✓Lorsque H est **constant**, la **pression** à cette profondeur est **constante**.



Pression hydrostatique

Remarque

$$\boxed{P_H = \rho . \mathrm{g} . \mathrm{H} + P_0}$$



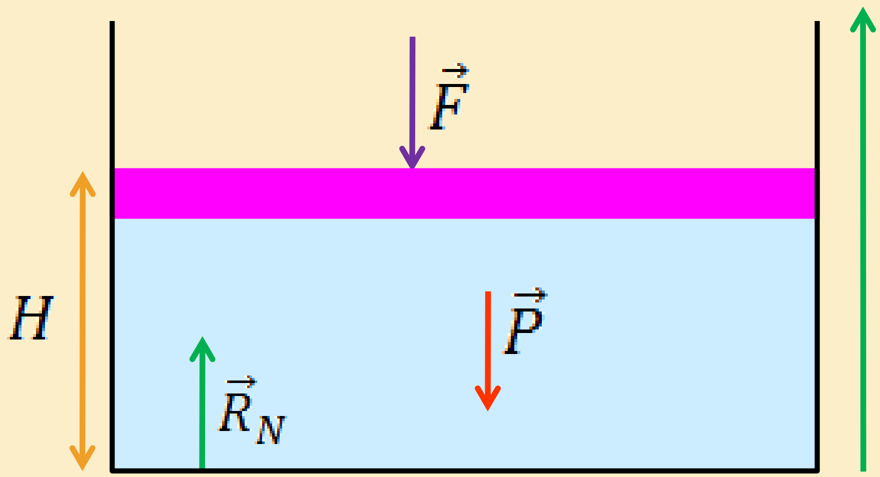
✓Lorsque H est **constant**, la **pression** à cette profondeur est **constante**.

✓ La **pression** dans un fluide **augmente** avec la profondeur **H**.

Pression hydrostatique

Remarque

$$\boxed{P_H = \rho . g . H + P_0}$$



✓Lorsque H est **constant**, la **pression** à cette profondeur est **constante**.

✓ La **pression** dans un fluide **augmente** avec la profondeur **H**.

✓La **pression** dans un fluide **au repos** est **la même** en tout point situé sur une **même horizontale**.

Appareils de mesure de la pression

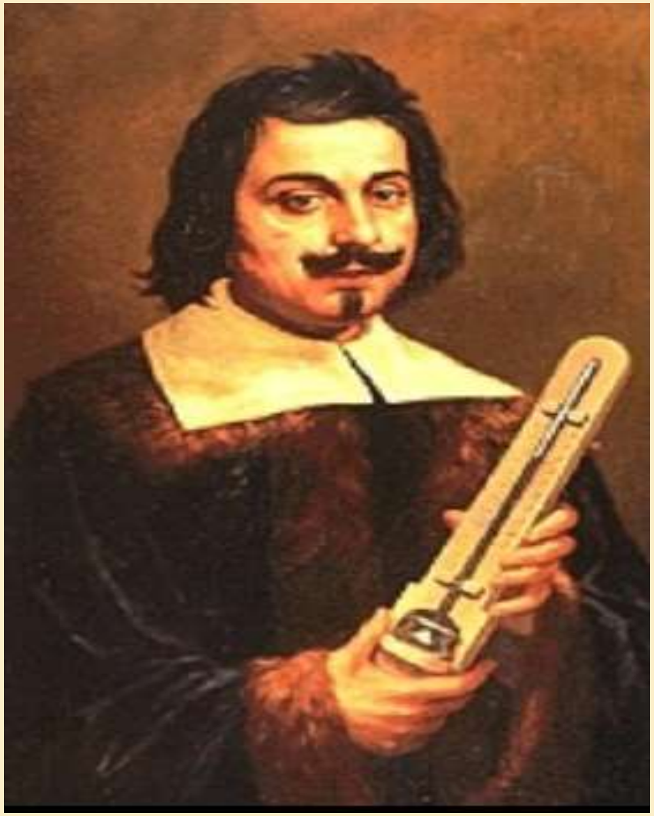
1. Baromètre

- **Baromètre** est un instrument qui sert à mesurer la **Pression atmosphérique.**

1. Baromètre

- **Baromètre à mercure**

Ce baromètre est inventé en 1643 par le physicien italien **Evangelista Torricelli**.



Torricelli

1. Baromètre

➢ Baromètre à mercure

❖ Expérience de Torricelli

Torricelli a l'idée de remplir un tube de verre de mercure, de le boucher avec un doigt et de le retourner dans un bassin rempli de mercure.

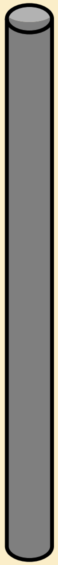
Torricelli

1. Baromètre

- **Baromètre à mercure**

  - **Expérience de Torricelli**

    - Remplir un tube de verre avec le mercure.

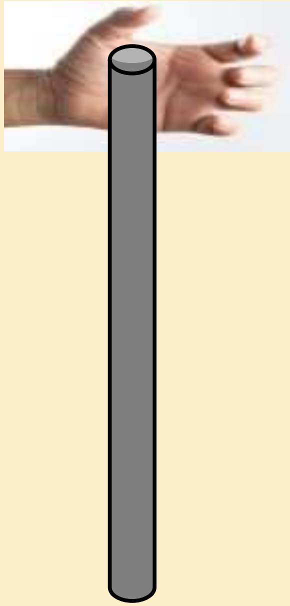


1. Baromètre

➢ Baromètre à mercure

❖ Expérience de Torricelli

- Remplir un tube de verre avec le mercure.
- Le boucher avec le doigt

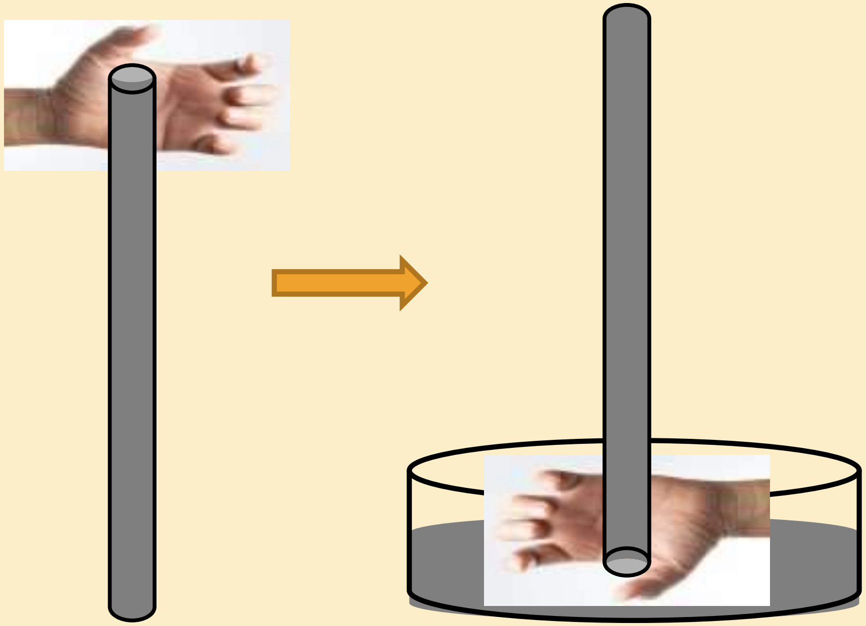


1. Baromètre

➢ **Baromètre à mercure**

❖ **Expérience de Torricelli**

▪ Le retourner dans un bassin rempli de mercure.

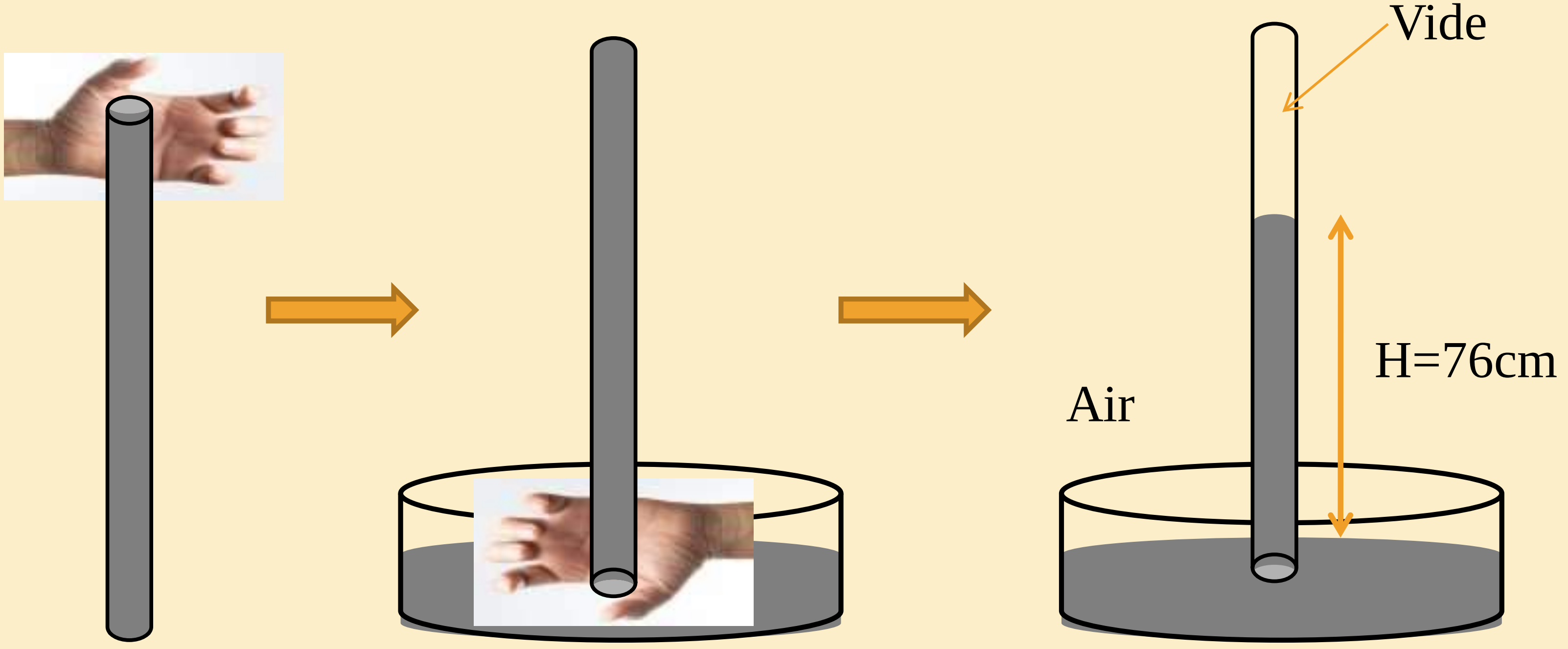


1. Baromètre

- **Baromètre à mercure**

  - **Expérience de Torricelli**

    - Quand on retire le doigt, le mercure **descend** un peu dans le tube et on observe que sa surface libre se fixe à une distance H de la surface libre inférieure voisine de **76 cm**.



1. Baromètre

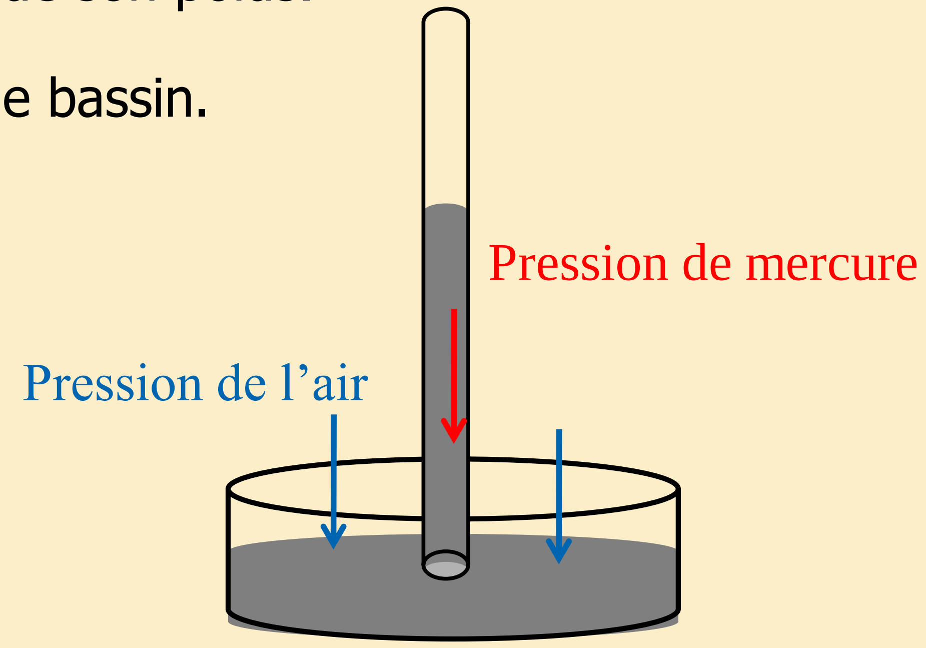
➢ Baromètre à mercure

❖ Principe physique

Le principe physique du fonctionnement du baromètre est **l'équilibre des forces**.

- La colonne de mercure contenue dans le tube cherche à descendre sous l'effet de son poids.

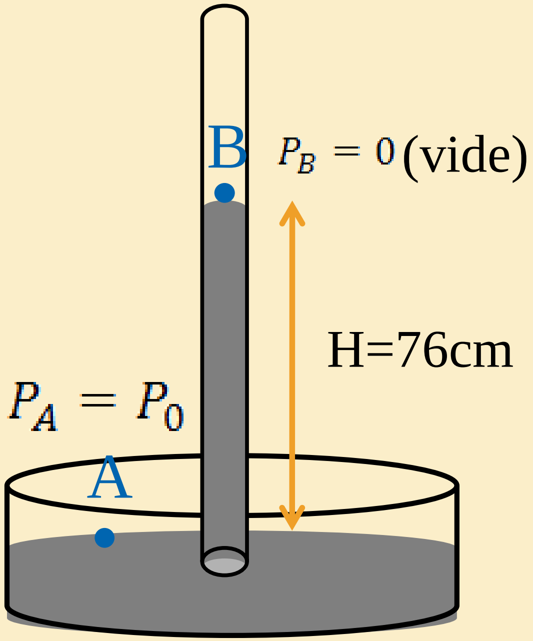
- L'air pousse sur le mercure dans le bassin.



1. Baromètre

➢ Baromètre à mercure

- Au point B: $P_B = 0$ (Le vide)



1. Baromètre

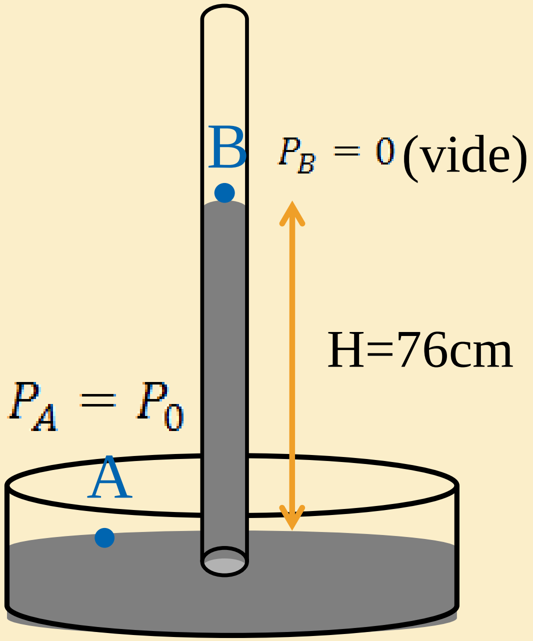
➢ Baromètre à mercure

- Au point B: $P_B = 0$ (Le vide)

- Au point A:

La pression à la surface du mercure est égale à la pression atmosphérique

$$P_A = P_{atm} = P_0$$



1. Baromètre

➢ Baromètre à mercure

- Au point B: $P_B = 0$ (Le vide)

- Au point A:

La pression à la surface du mercure est égale à la pression atmosphérique

$$P_A = P_{atm} = P_0$$

- En appliquant la loi de la pression hydrostatique

$$P_0 = 0 + \rho . g . H \longrightarrow \boxed{P_0 = 1{,}013 . 10^5 \text{ Pa}}$$

ρ : Masse volumique du mercure.

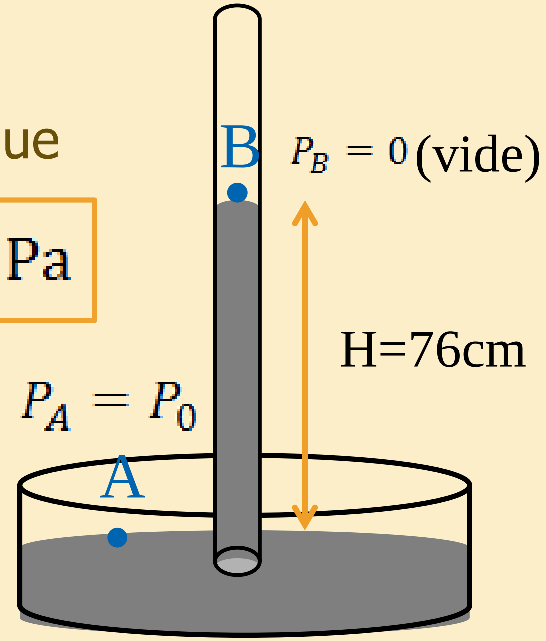
$$\rho = 1360 \text{ Kg. m}^{-3}$$

g : Accélération de la pesanteur

$$g = 9{,}81 \text{m. s}^{-2}$$

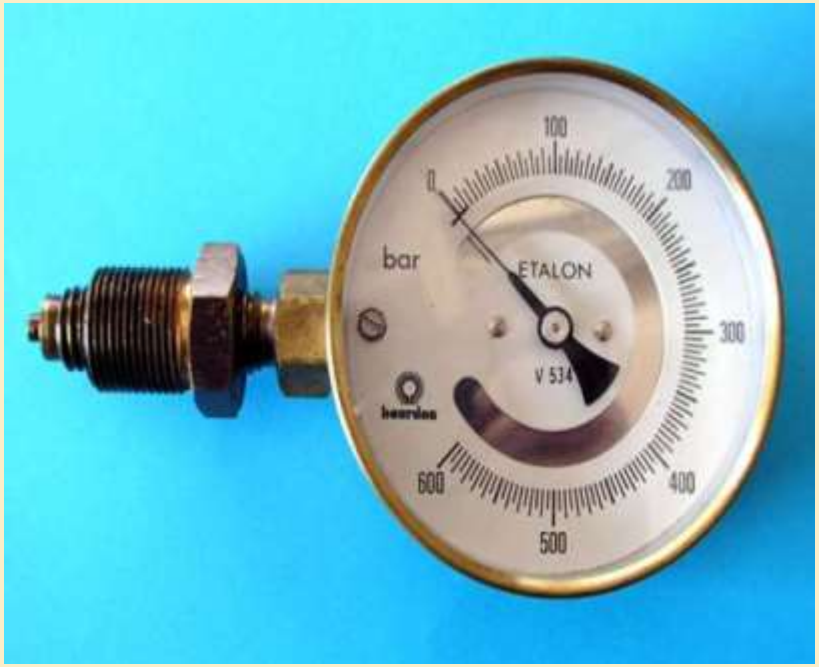
H : Colonne du mercure dans le tube

$$H = 0{,}76 \text{m}$$



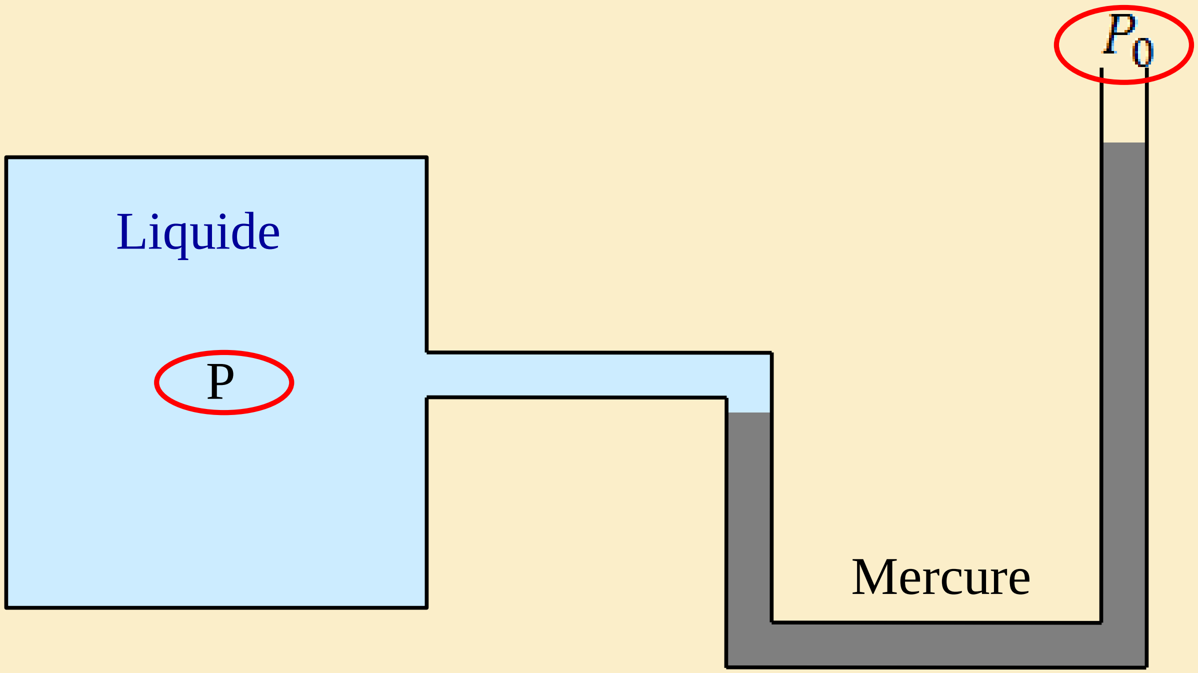
2. Manomètre

- **Manomètre** est un instrument qui sert à mesurer la **Pression** d’un **fluide** dans un **espace fermé**.



2. Manomètre

- Il mesure la **différence** entre la **pression absolue** P dans le fluide et la **pression atmosphérique** P_0

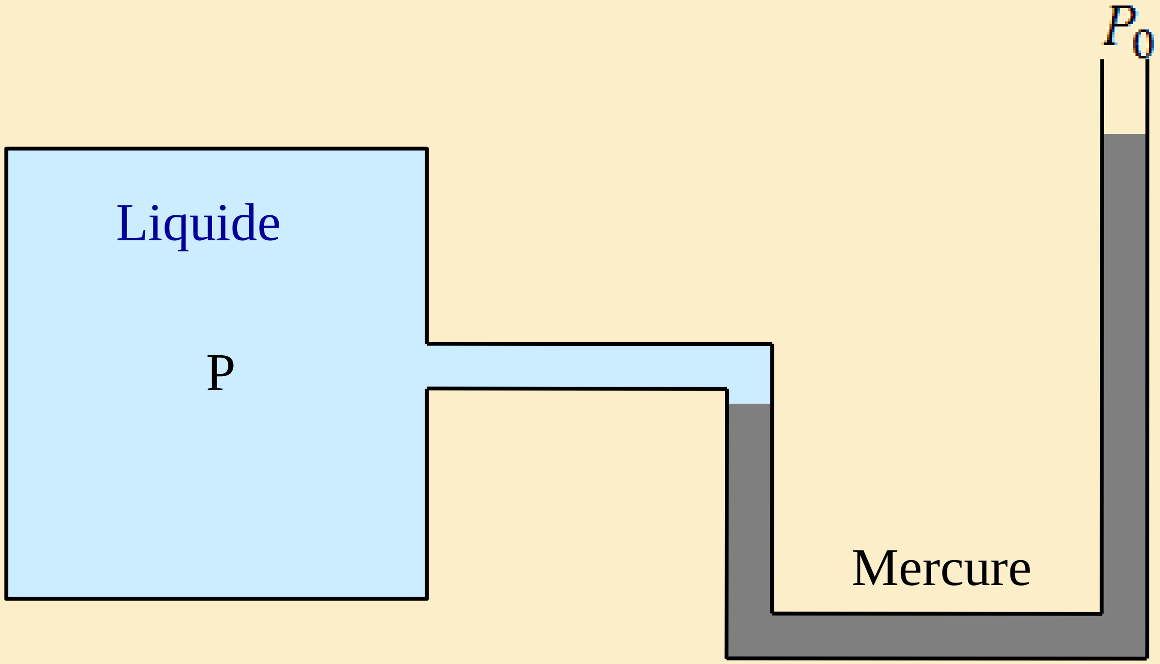


2. Manomètre

- Il est constitué d'un tube en U dans lequel se trouve une certaine quantité du mercure.

  - Une branche de ce tube est introduite dans un réservoir contenant un fluide pour lequel on veut mesurer la pression P.

  - L'autre branche est à la pression atmosphérique P_0 .

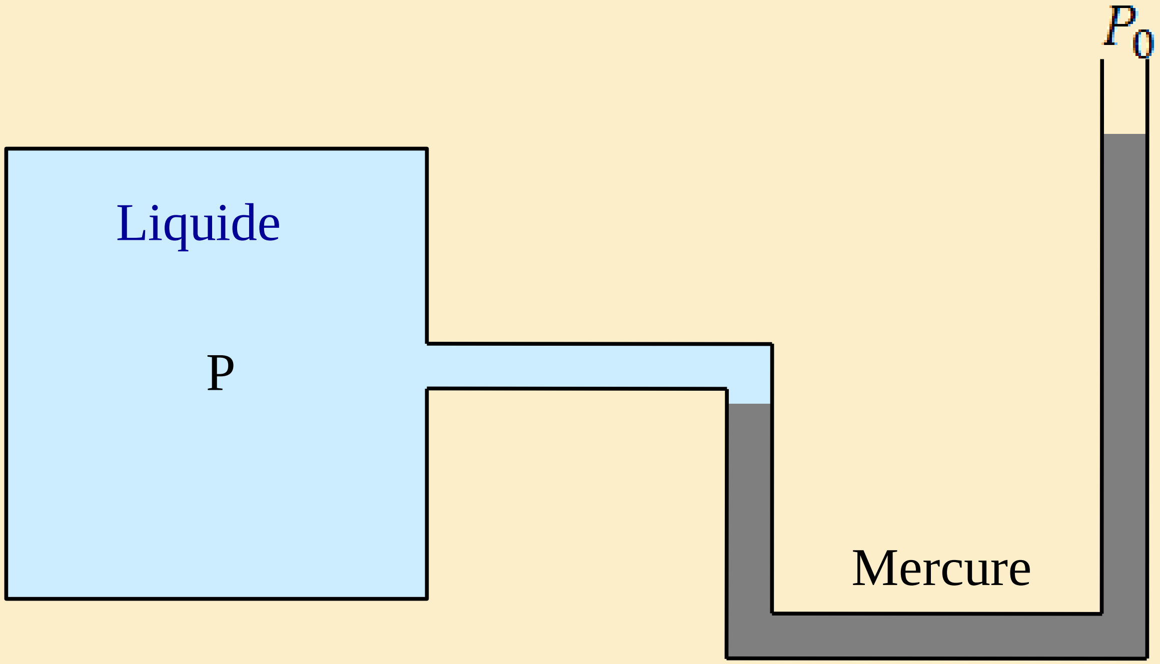


2. Manomètre

Le manomètre nous donne directement la différence de ces deux pressions

$$\boxed{\bar{P} = P - P_0}$$

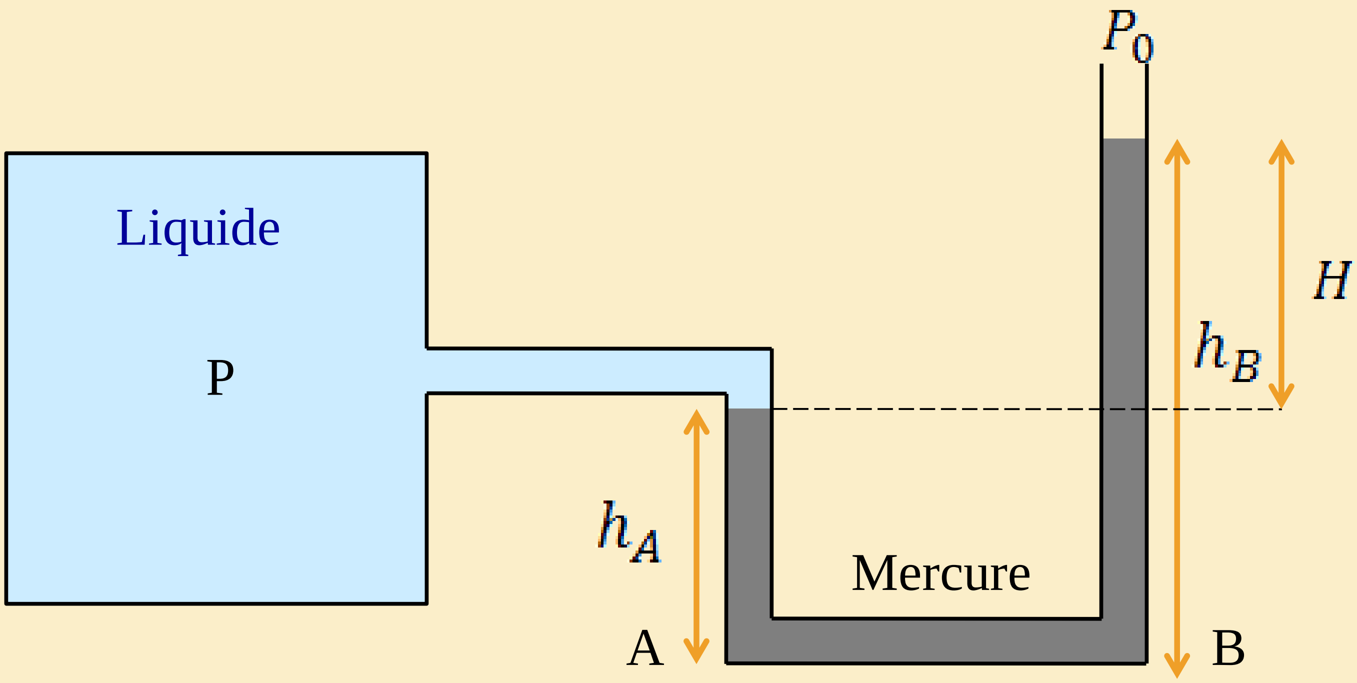
Cette différence de pressions est souvent appelée **pression de jauge**



2. Manomètre

Les points à l'intérieur du tube, se trouvent sur la même horizontale, que le point A sont à la même pression.

$$P + \rho . g . h_A = P_0 + \rho . g . h_B$$



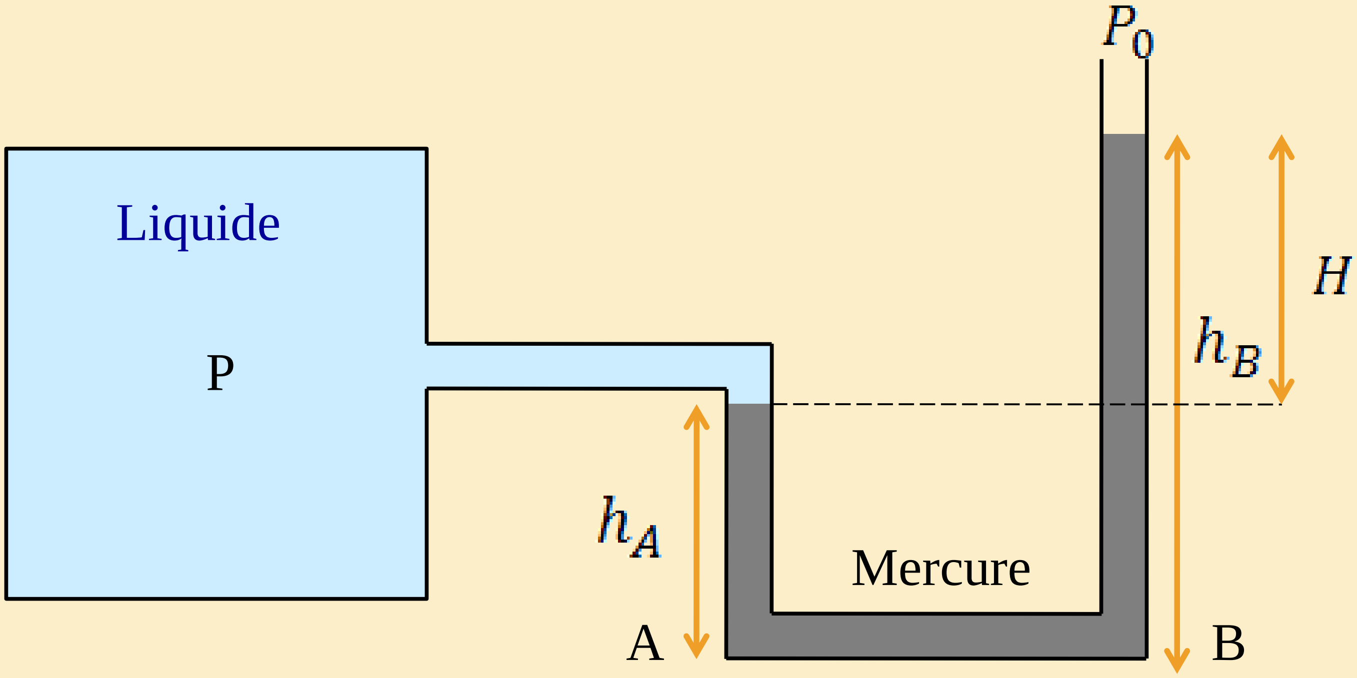
2. Manomètre

Les points à l'intérieur du tube, se trouvant sur la même horizontale, que le point A sont à la même pression.

$$P + \rho . g . h_A = P_0 + \rho . g . h_B$$

$$\longrightarrow \quad P - P_0 = \rho . g . (h_B - h_A)$$

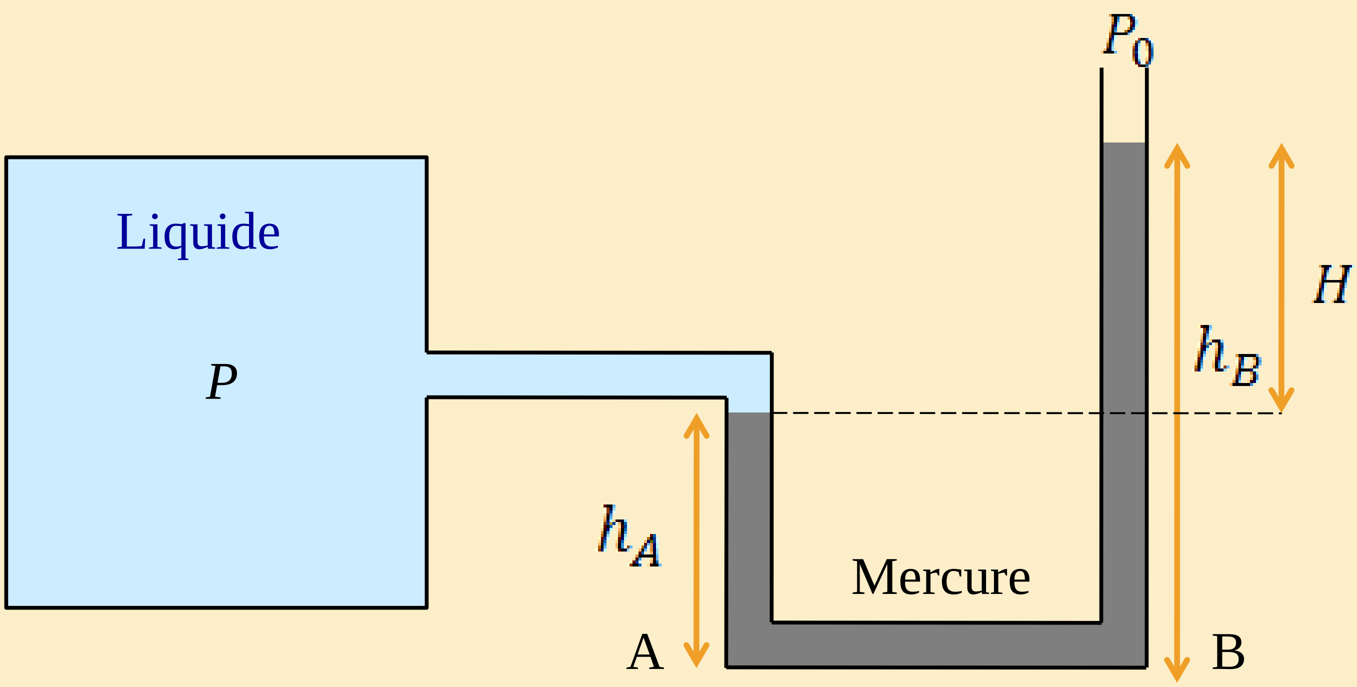
$$\longrightarrow \quad \bar{P} = \rho . g . H$$



2. Manomètre

$$\boxed{\bar{P} = P - P_0 = \rho . g . H}$$

La différence entre la pression absolue P dans le fluide et la pression atmosphérique P_0



3. Tensiomètre

- **Tensiomètre** sert à mesurer la tension (**pression**) **artérielle**

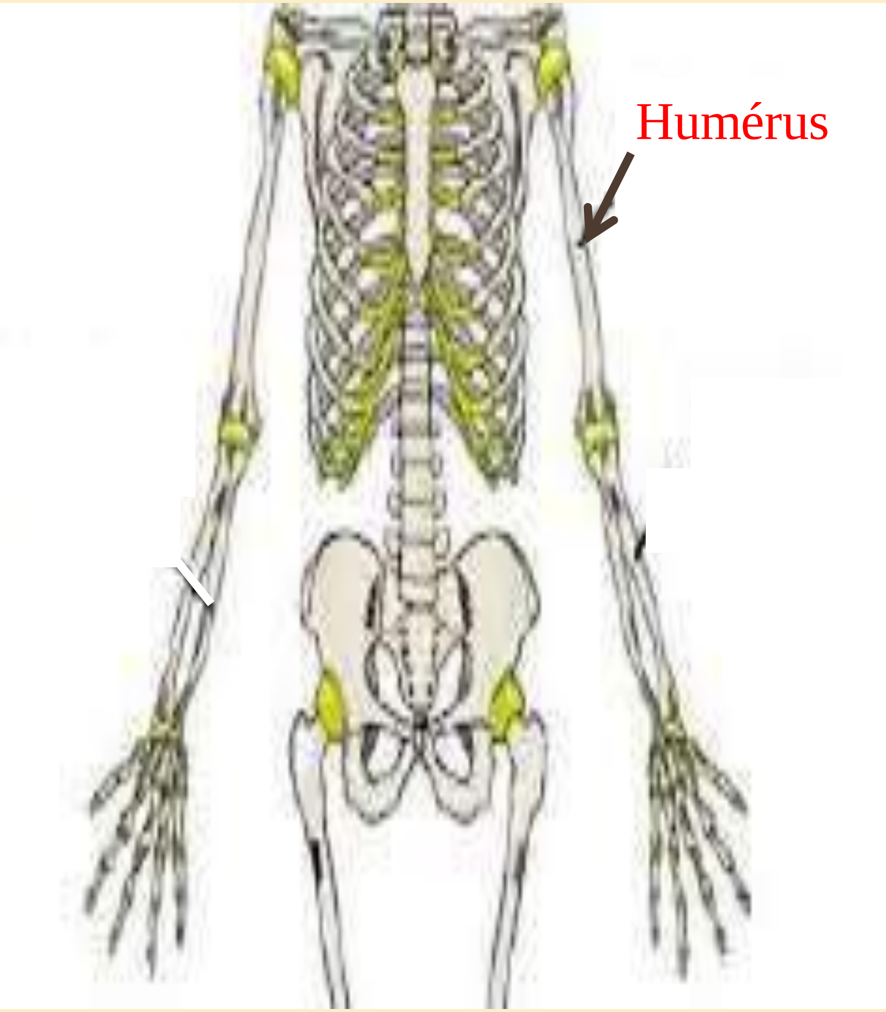
3. Tensiomètre

- Pendant le cycle cardiaque
  la **pression** dans le cœur passe par un **maximum** (pompage) et un **minimum** (relaxation c'est à dire que le cœur est plein du sang).

- La **pression maximale** est
  la **pression systolique**
  tandis que la **pression minimale** est dite **pression diastolique**

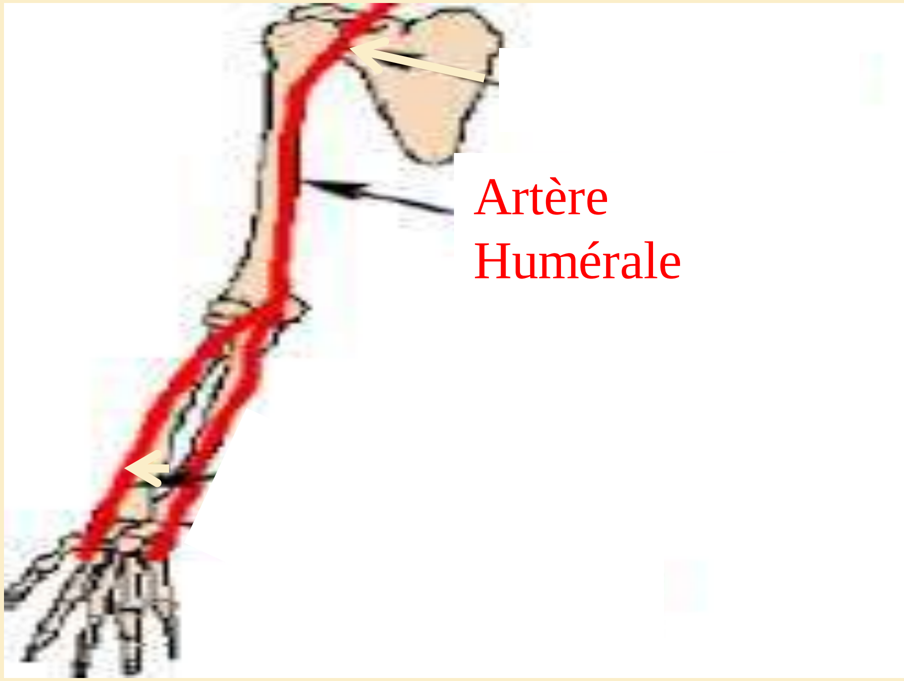
3. Tensiomètre

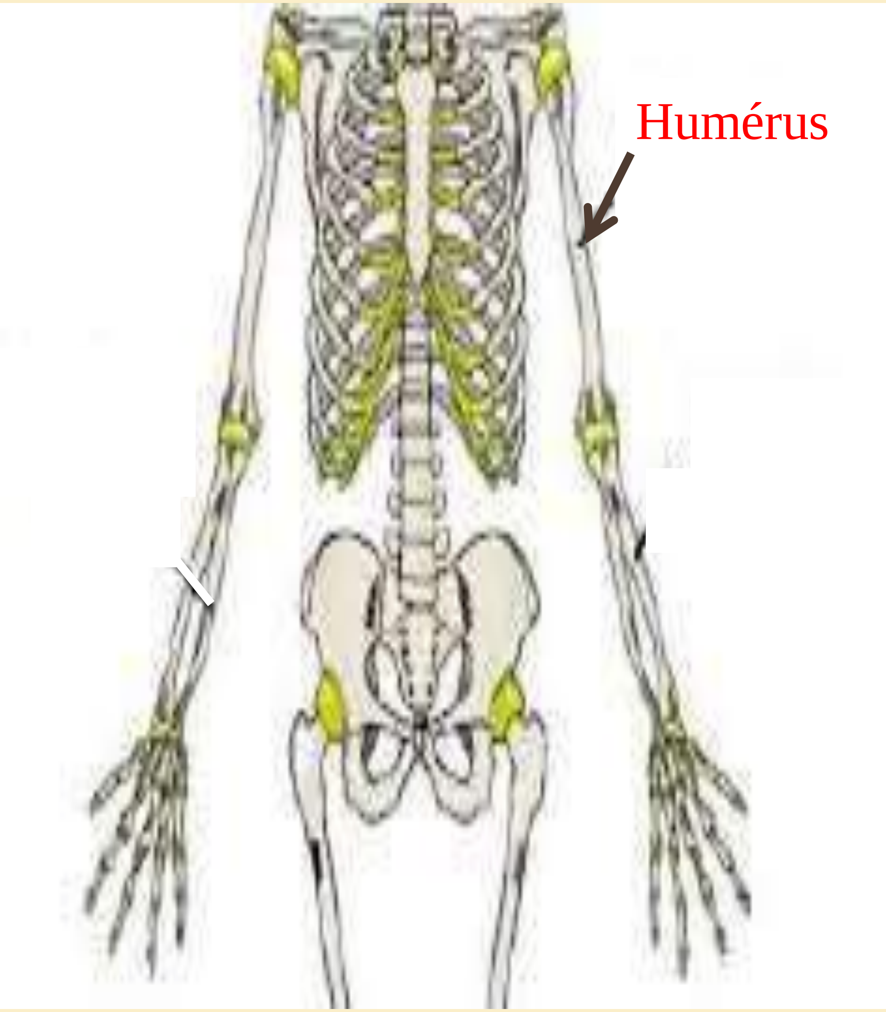
- Généralement on mesure la **tension artérielle** au niveau du **bras** car il contient un **seul os** (**Humérus**)



3. Tensiomètre

- Généralement on mesure la **tension artérielle** au niveau du **bras** car il contient un **seul os** (**Humérus**)
  ⟶ **Artère humérale**.





3. Tensiomètre

- L'autre raison de ce choix est le fait que le **bras** et le **cœur se trouvent** sur **la même horizontale.**

3. Tensiomètre

- Pour un adulte au repos et en bonne santé :

$$\frac{P_{max}}{P_{min}} \approx \frac{16}{11} kPa$$

- A partir du $\frac{19}{12} kPa$ on dit que le sujet est hypertonique (hypertension).

3. Tensiomètre

- Les pressions mesurées aux niveaux du cerveau, du cœur et des pieds d’un sujet

3. Tensiomètre

- Les pressions mesurées aux niveaux du cerveau, du cœur et des pieds d'un sujet
  - En position droite

3. Tensiomètre

- Les pressions mesurées aux niveaux du cerveau, du cœur et des pieds d'un sujet
  - En position droite

$9{,}3kPa$

$13{,}3kPa$

$26{,}8kPa$

  - En position allongée

$13{,}2kPa$ $13{,}3kPa$ $13{,}1kPa$

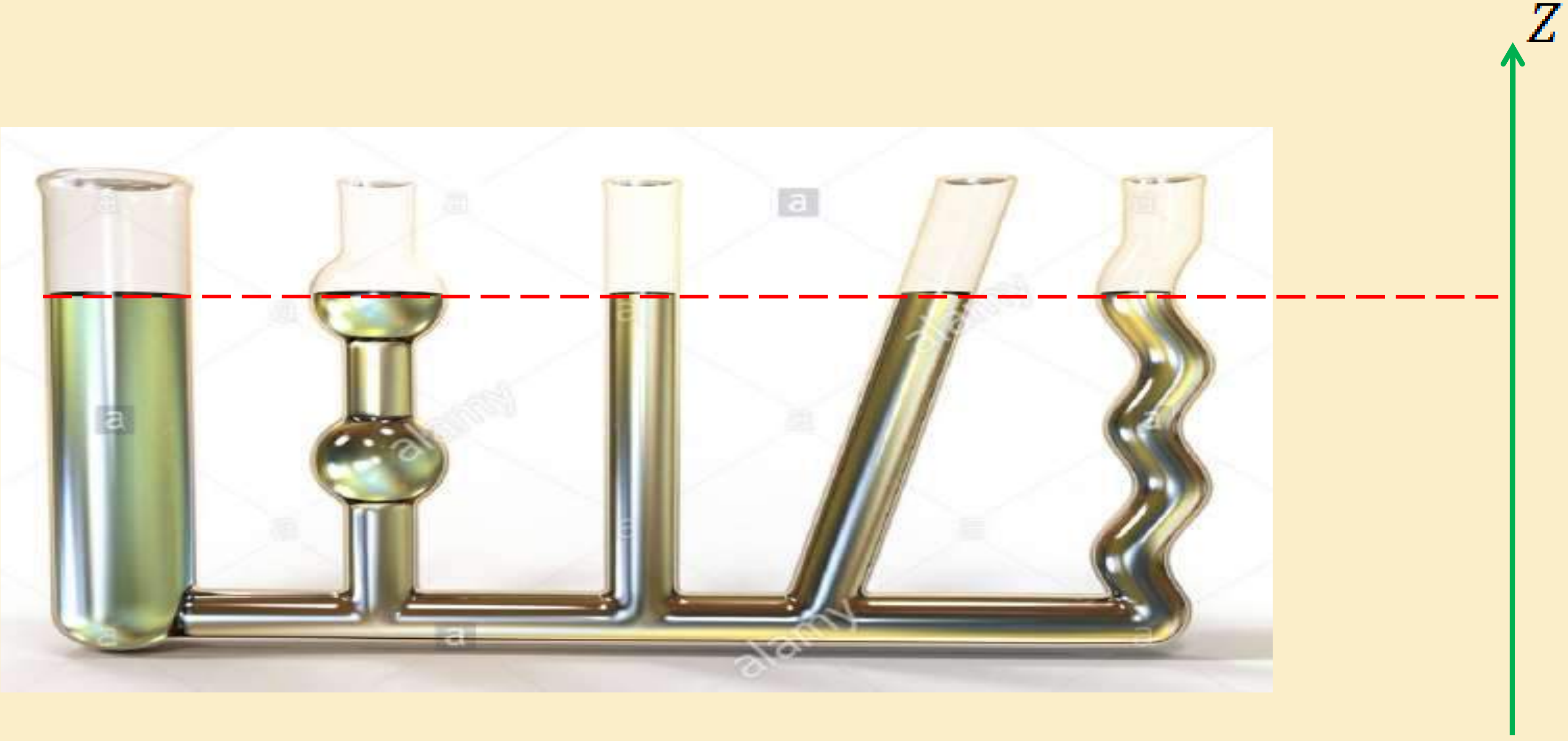
Applications

1. Vases communicants

➢ **Vases communicants:**
des vases de formes quelconques, ouverts à l'air libre et reliés entre eux.

1. Vases communicants

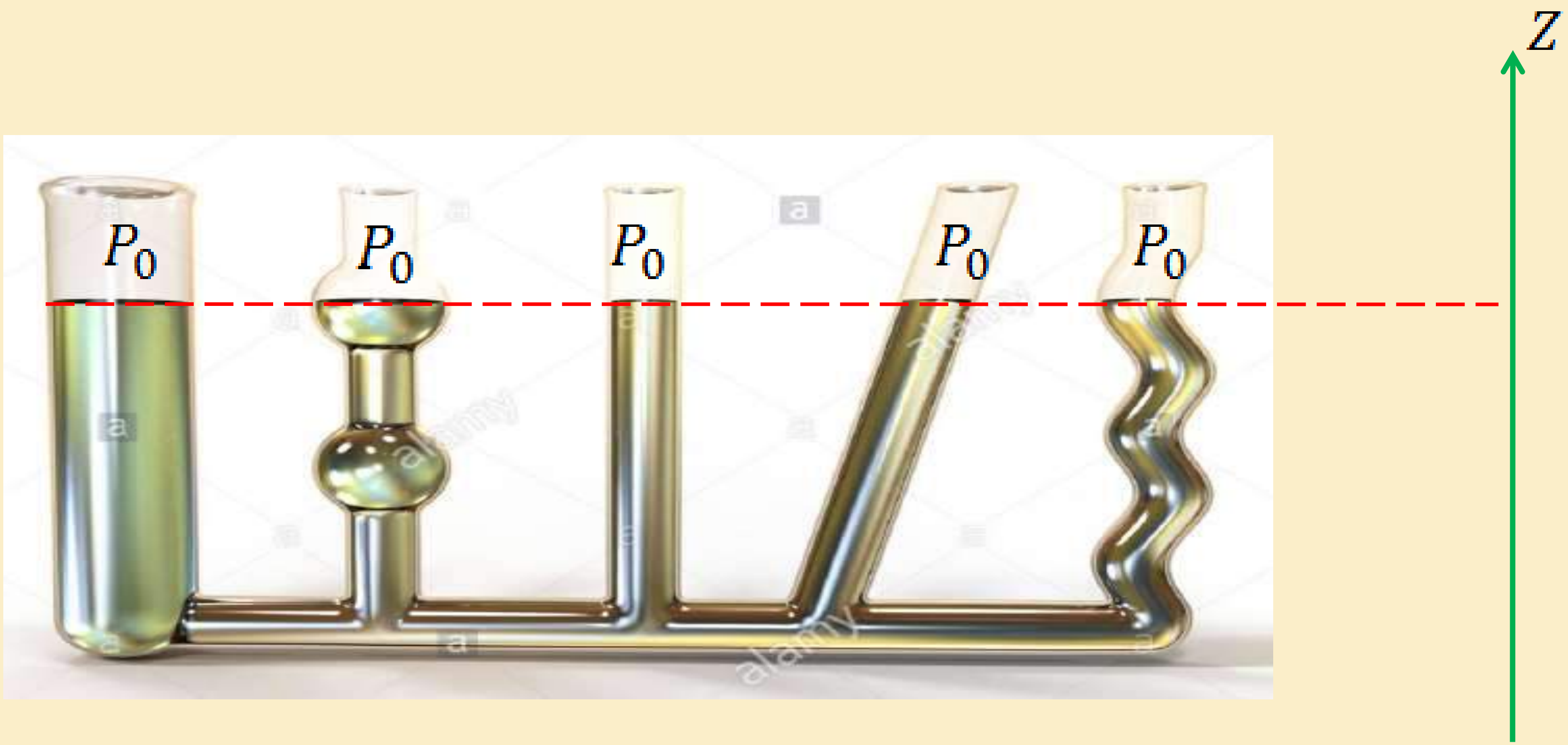
- La surface libre d'un fluide est **horizontale** quelles que soient la section et la forme géométrique du vase qui le contient



1. Vases communicants

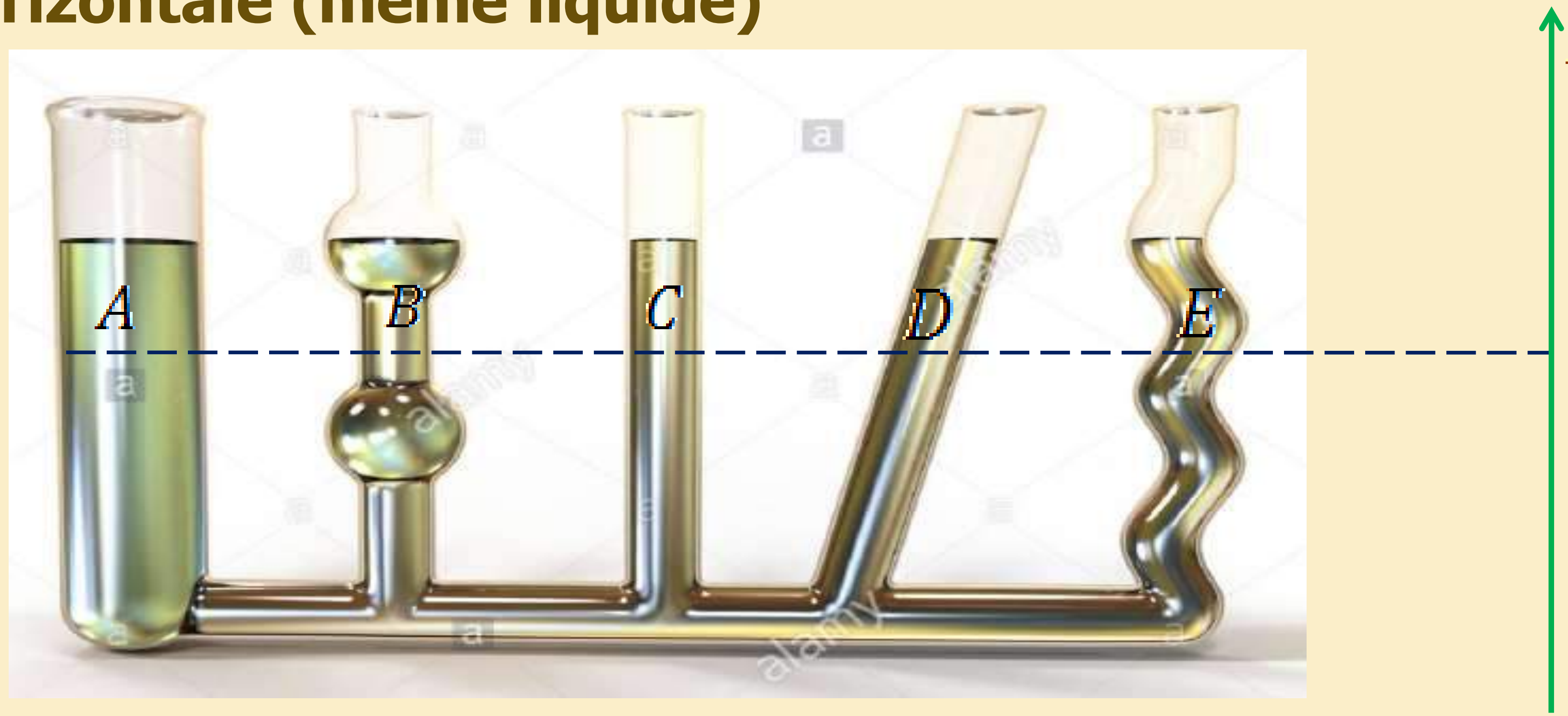
- La surface libre d'un fluide est **horizontale** quelles que soient la section et la forme géométrique du vase qui le contient

- Tous les points de la surface libre sont à la **même pression** P_0



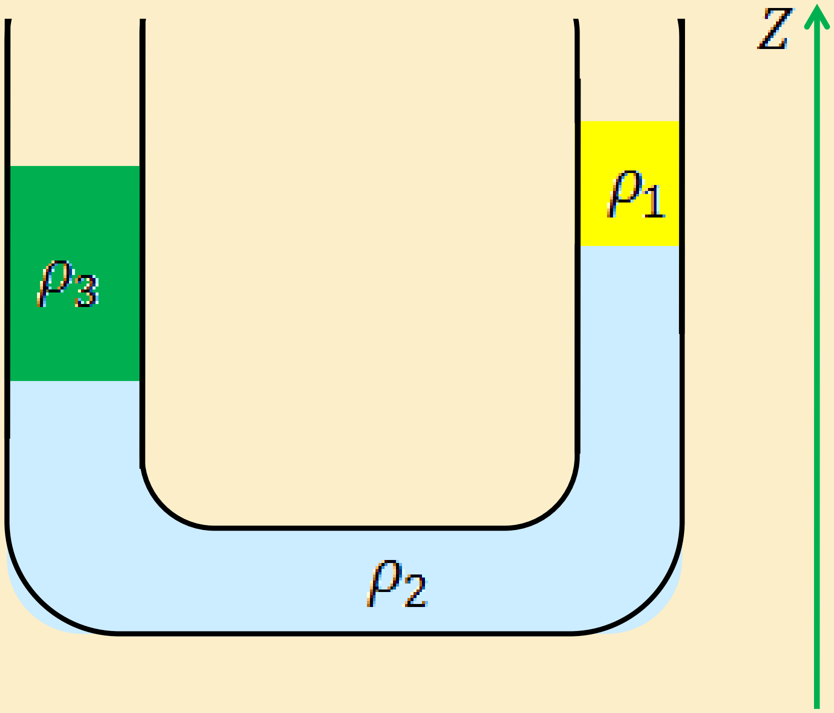
1. Vases communicants

- La surface libre d'un fluide est **horizontale** quelles que soient la section et la forme géométrique du vase qui le contient
- Tous les points de la surface libre sont à la **même pression**
- $P_A = P_B = P_C = P_D = P_E$: A l'équilibre, **les pressions sont égales** car les points A, B, C, D et E se trouvent sur le **même horizontale (même liquide)**



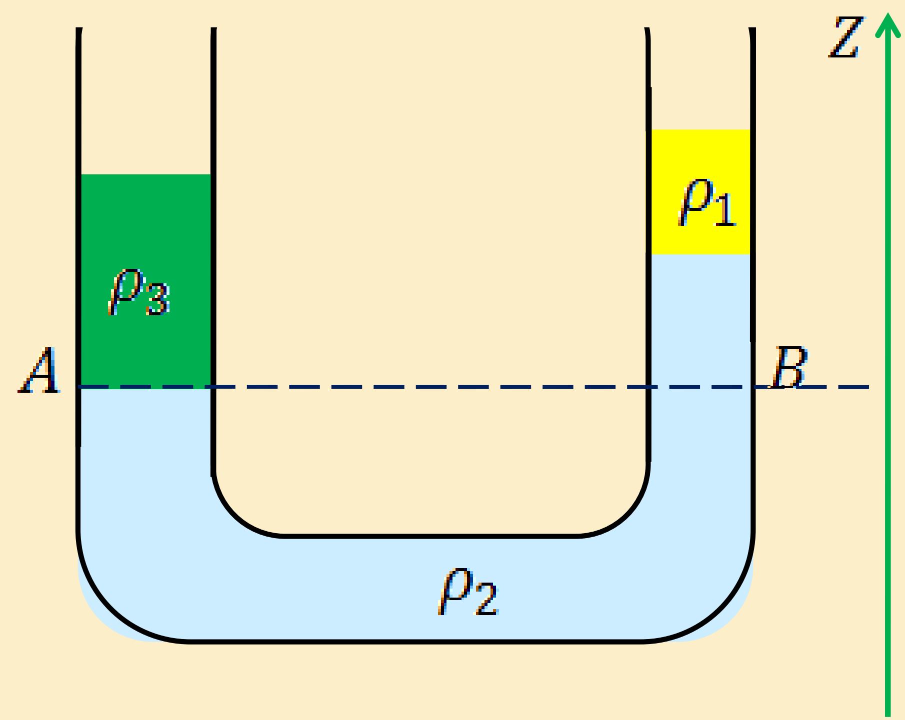
1. Vases communicants

➢ Un tube en U dans lequel se trouvent trois liquides, de masse vomique ρ_1 , ρ_2 et ρ_3.



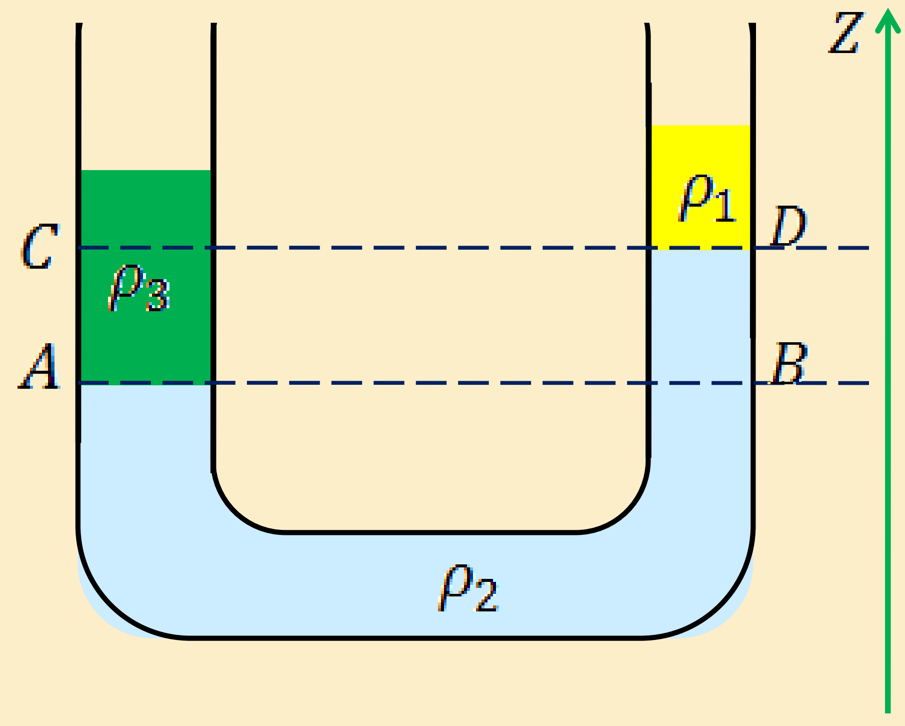
1. Vases communicants

- Un tube en U dans lequel se trouvent trois liquides.
  - $P_A = P_B$: Les points A et B sont dans le même liquide et sur une même horizontale



1. Vases communicants

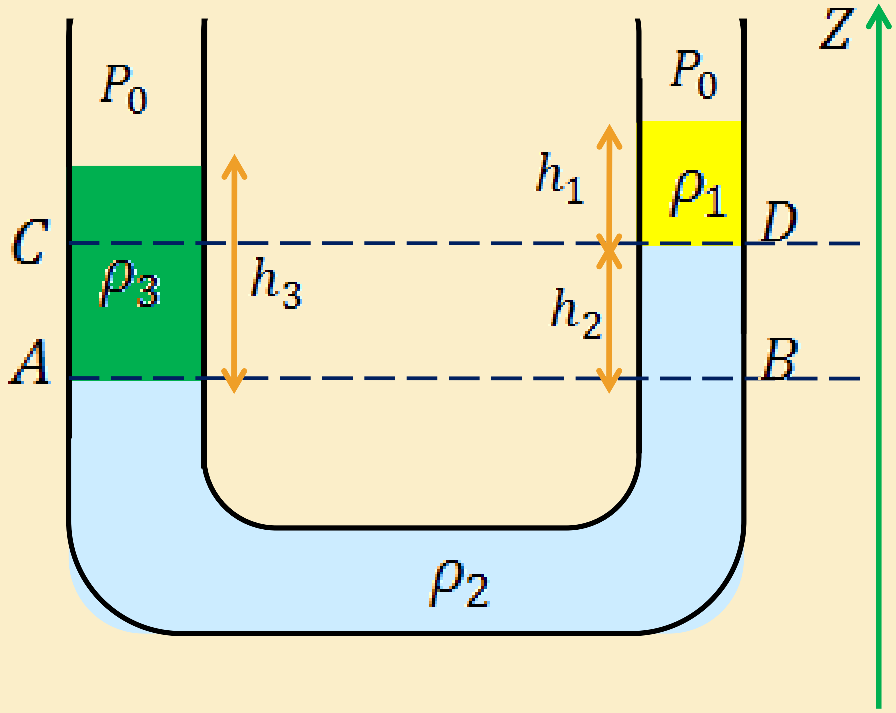
- Un tube en U dans lequel se trouvent trois liquides.
  - $P_A = P_B$: Les points A et B sont dans le même liquide et sur une même horizontale
  - $P_C \neq P_D$: Les points C et D sont sur une même horizontale mais pas dans le même liquide.



1. Vases communicants

- Un tube en U dans lequel se trouvent trois liquides.
  - $P_A = P_B$: Les points A et B sont dans le même liquide et sur une même horizontale
  - $P_C \neq P_D$: Les points C et D sont sur une même horizontale mais pas dans le même liquide.

En appliquant le théorème de Pascal (relation fondamentale de l'hydrostatique)



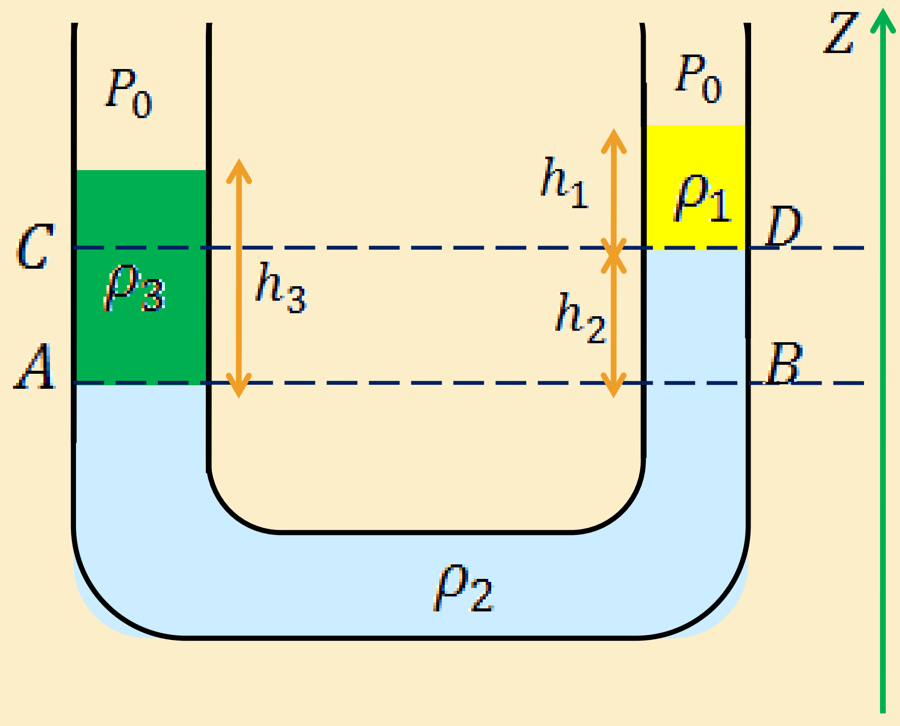
1. Vases communicants

- Un tube en U dans lequel se trouvent trois liquides.
  - $P_A = P_B$: Les points A et B sont dans le même liquide et sur une même horizontale
  - $P_C \neq P_D$: Les points C et D sont sur une même horizontale mais pas dans le même liquide.

En appliquant le théorème de Pascal (relation fondamentale de l'hydrostatique)

- Au points A :

$$P_A = P_0 + \rho_3 . \mathrm{g} . h_3$$



1. Vases communicants

- Un tube en U dans lequel se trouvent trois liquides.
  - $P_A = P_B$: Les points A et B sont dans le même liquide et sur une même horizontale
  - $P_C \neq P_D$: Les points C et D sont sur une même horizontale mais pas dans le même liquide.

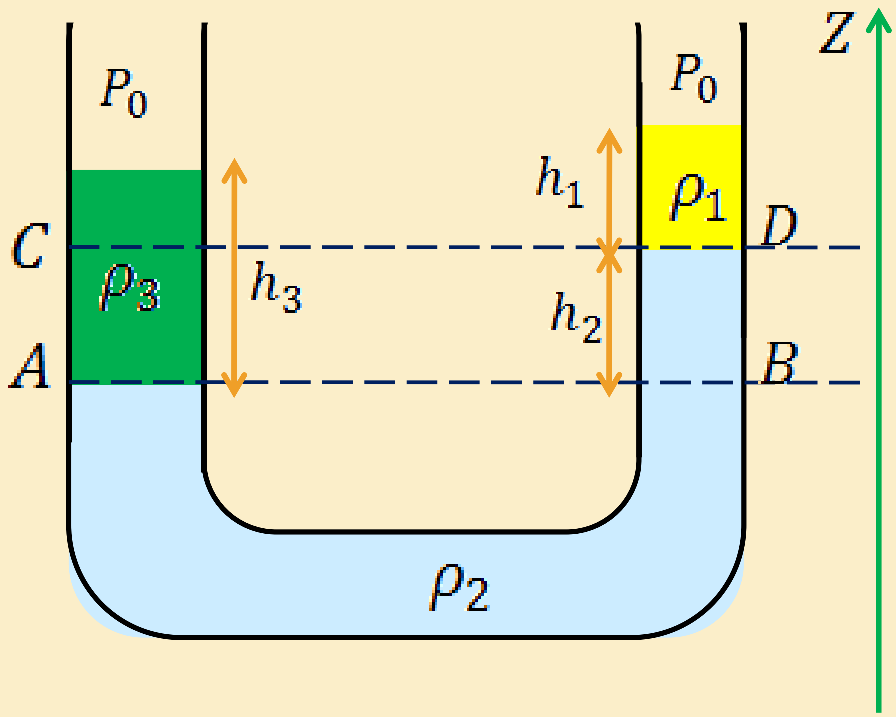
En appliquant le théorème de Pascal (relation fondamentale de l'hydrostatique)

- Au points A :

$$P_A = P_0 + \rho_3.\mathrm{g}.h_3$$

- Au points B :

$$P_B = P_0 + \rho_1.\mathrm{g}.h_1 + \rho_2.\mathrm{g}.h_2$$



1. Vases communicants

- Un tube en U dans lequel se trouvent trois liquides.
  - $P_A = P_B$: Les points A et B sont dans le même liquide et sur une même horizontale
  - $P_C \neq P_D$: Les points C et D sont sur une même horizontale mais pas dans le même liquide.

En appliquant le théorème de Pascal (relation fondamentale de l'hydrostatique)

- Au points A :

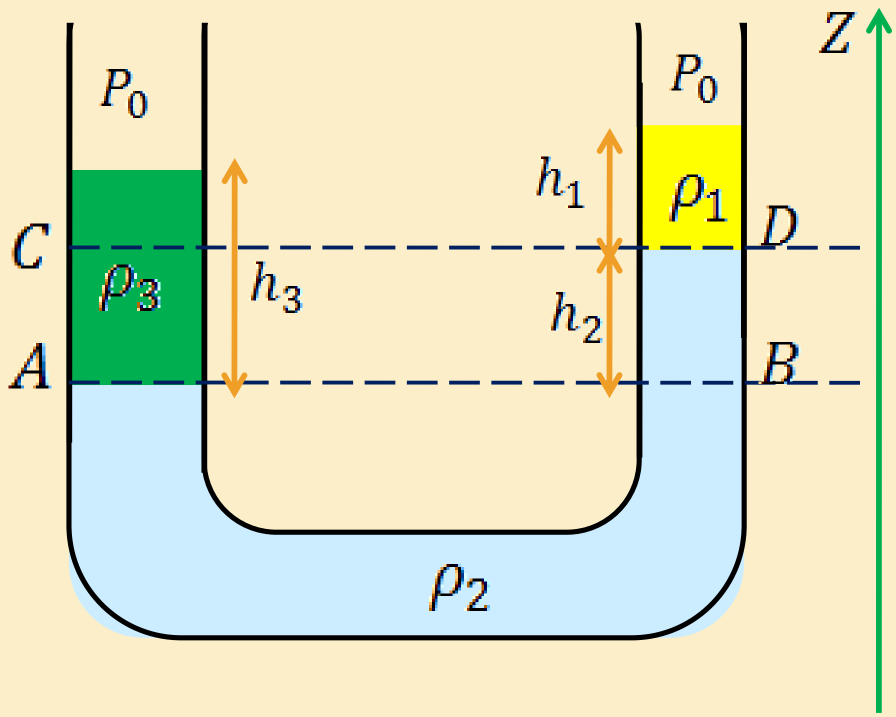
$$P_A = P_0 + \rho_3.\mathrm{g}.h_3$$

- Au points B :

$$P_B = P_0 + \rho_1.\mathrm{g}.h_1 + \rho_2.\mathrm{g}.h_2$$

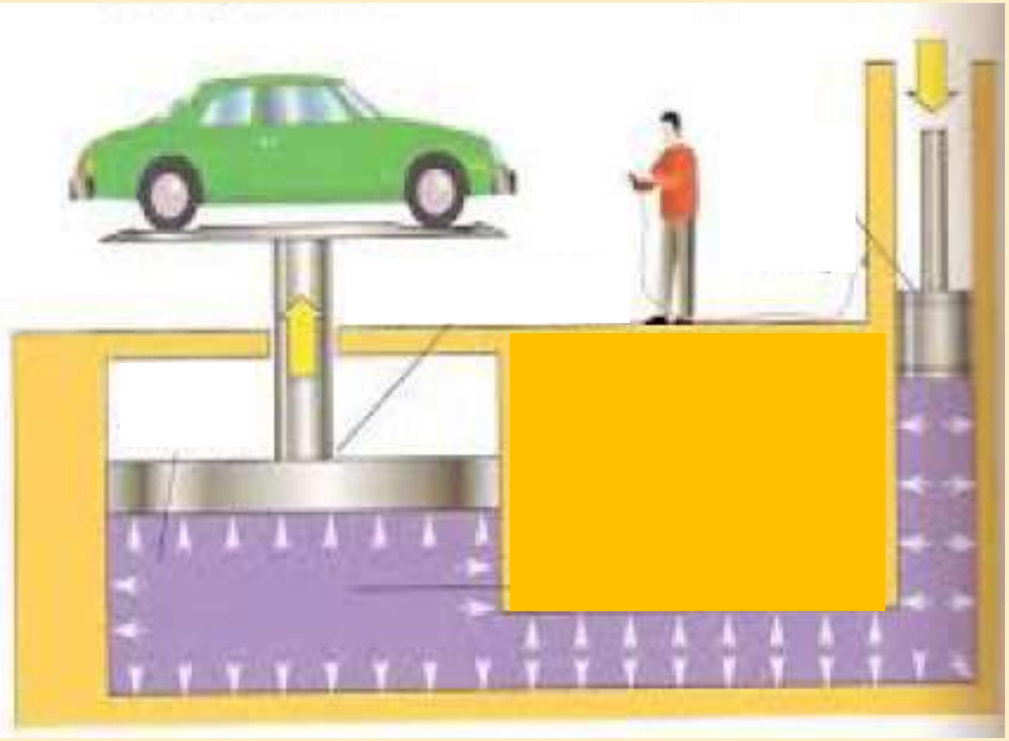
On obtient

$$\boxed{\rho_3.h_3 = \rho_1.h_1 + \rho_2.h_2}$$



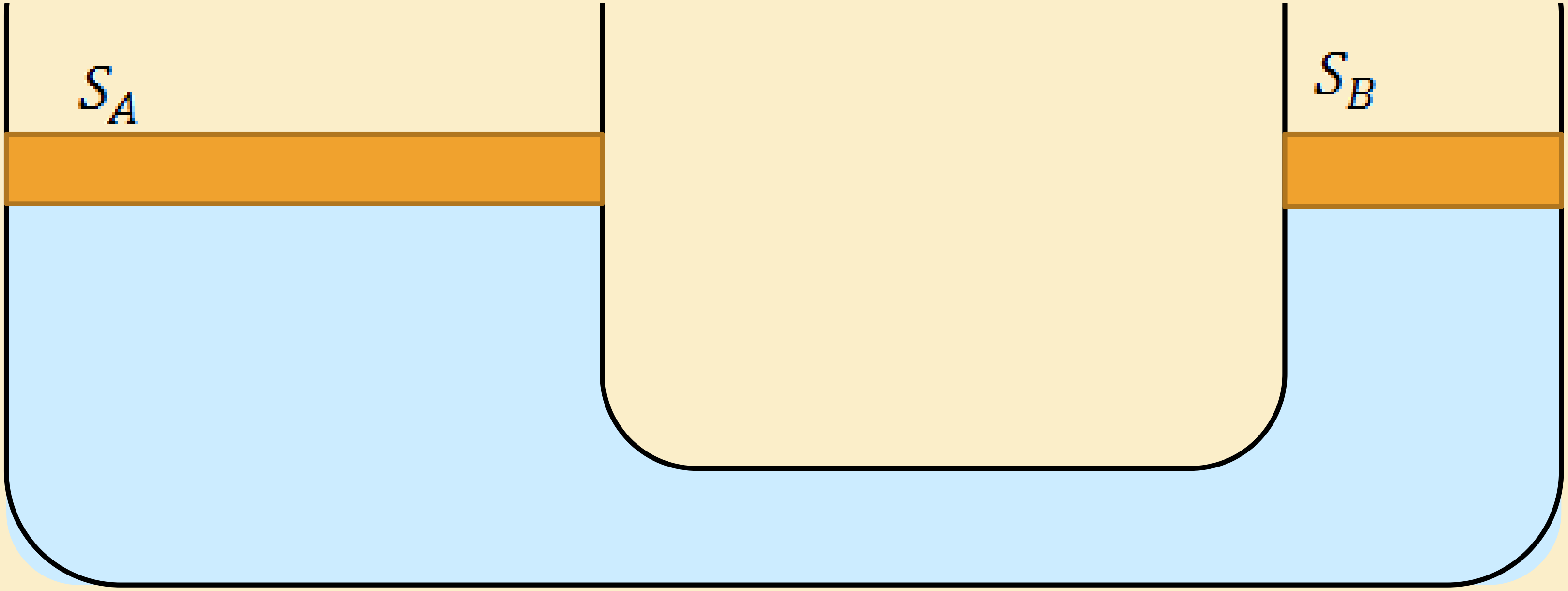
2. Presse hydraulique

- **La presse hydraulique** est utilisée pour soulever des charges lourdes.



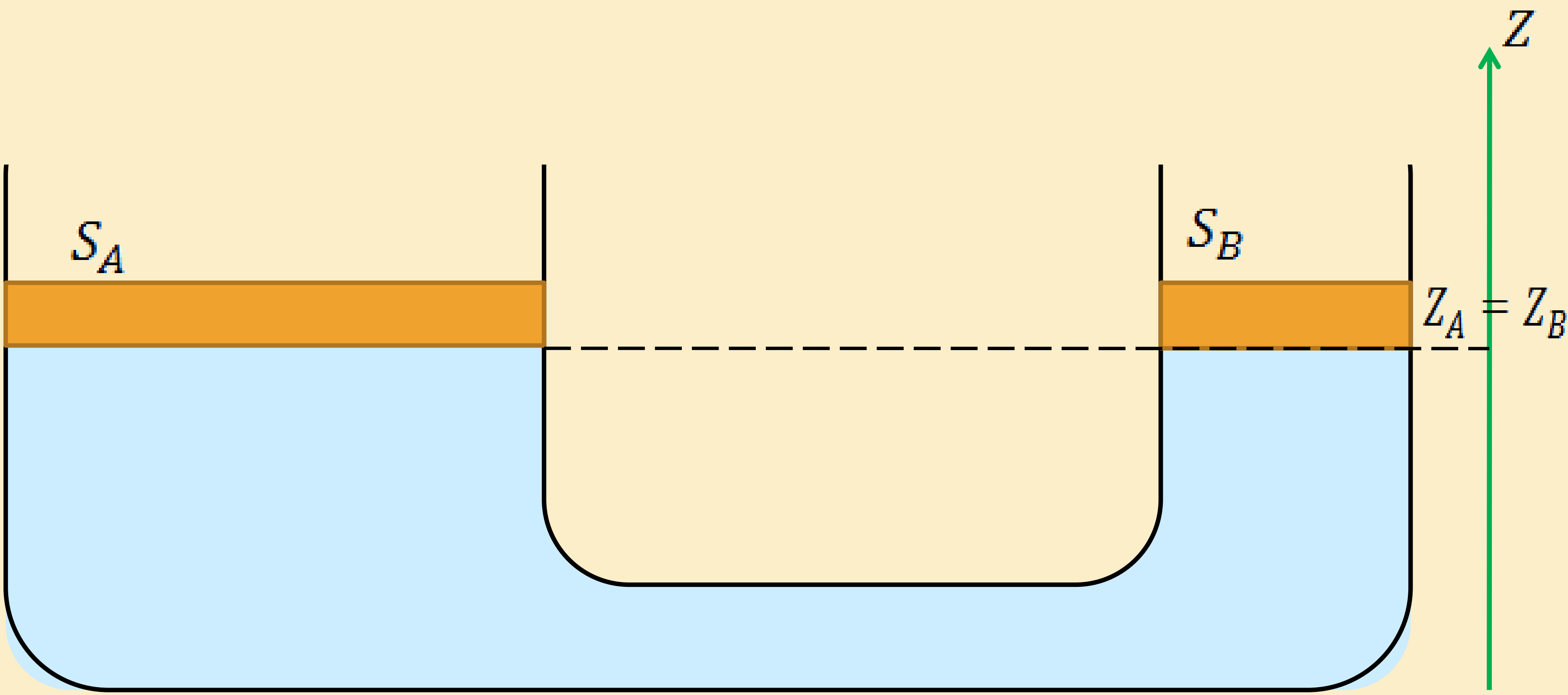
2. Presse hydraulique

- On considère deux récipients cylindriques de sections S_A et S_B , reliés par une canalisation contenant un liquide. Chaque vase est fermé par un piston étanche (dont on néglige la masse) sur lequel on peut placer des masses M1 et M2.



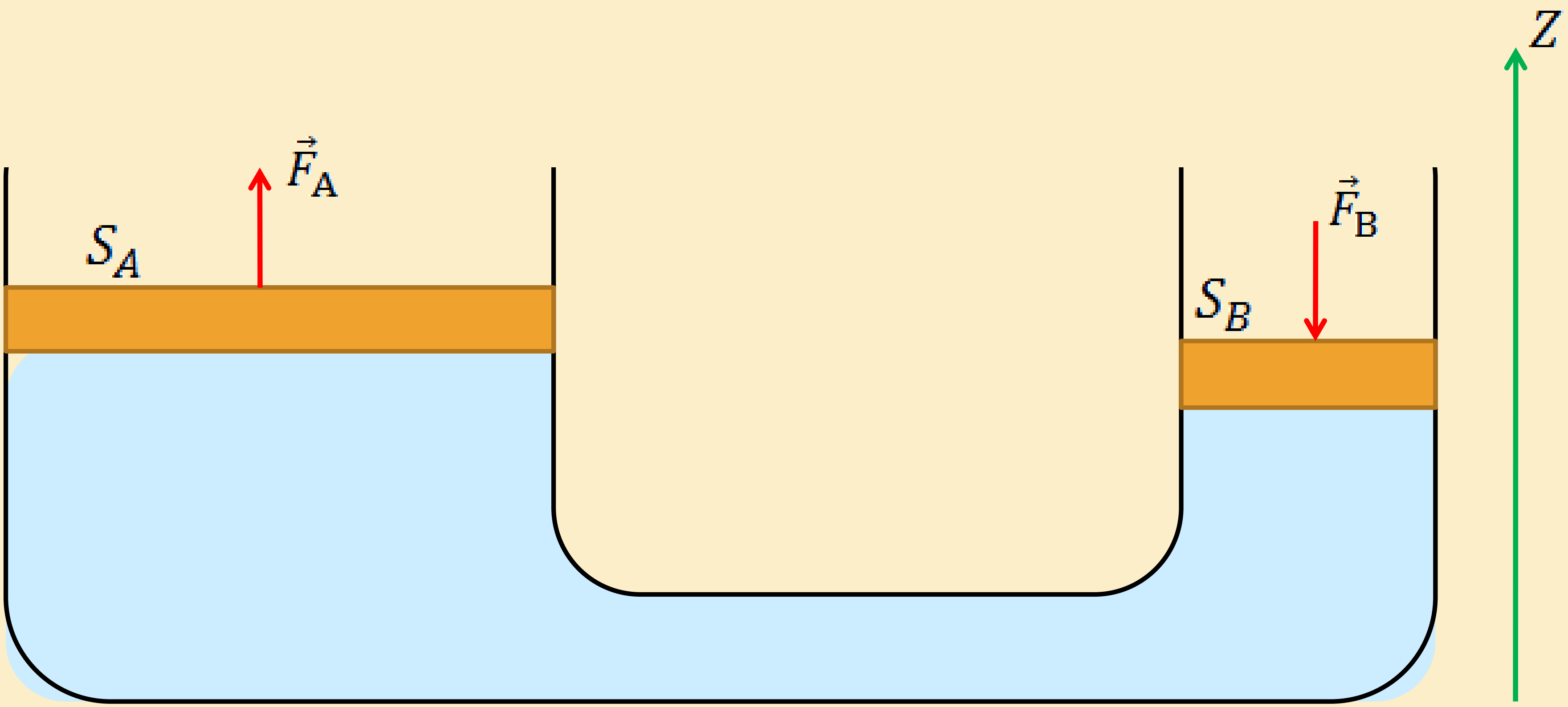
2. Presse hydraulique

- $P_A = P_B$: A l'équilibre, les pressions sous les pistons sont égales car les points A et B sont situés sur une même horizontale ($Z_A = Z_B$).



2. Presse hydraulique

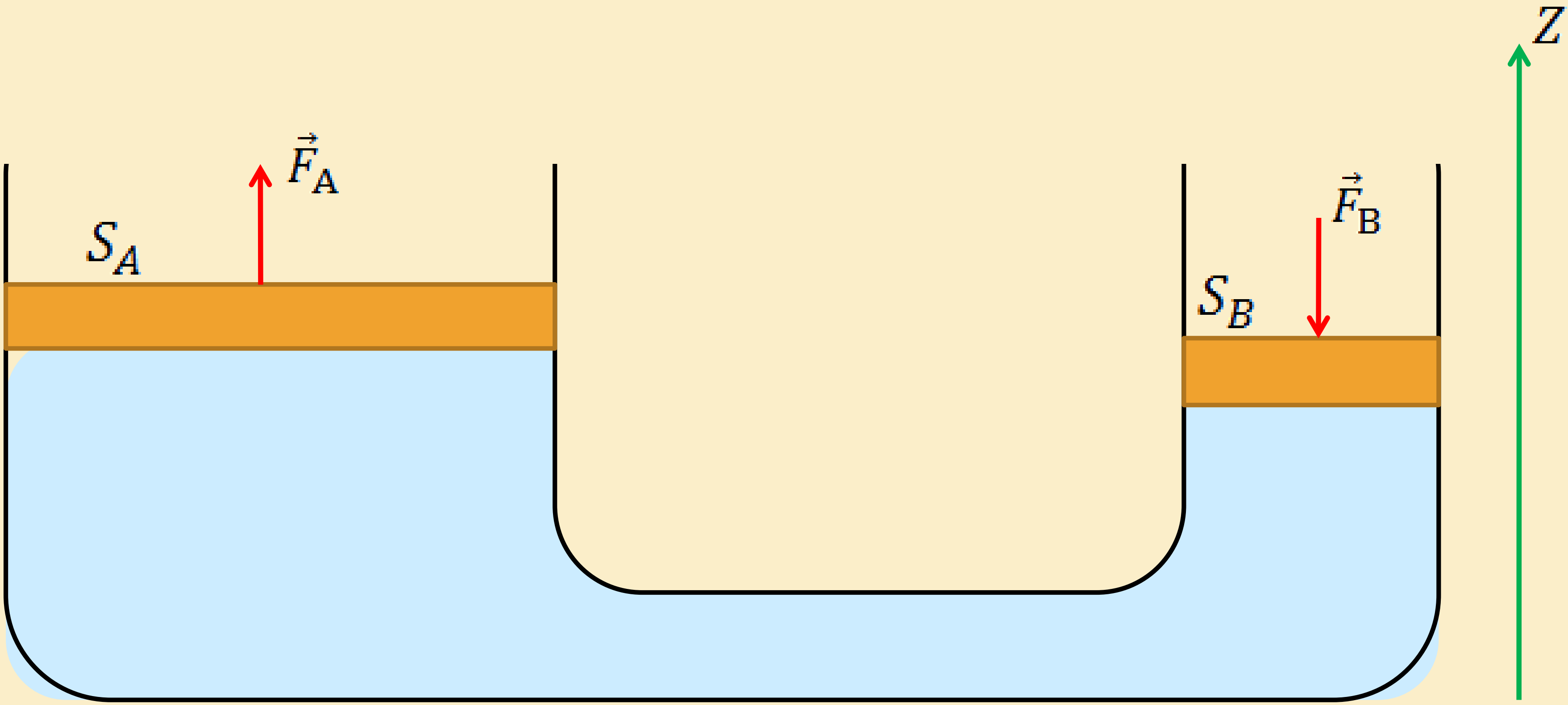
- $P_A = P_B$: A l'équilibre, les pressions sous les pistons sont égales car les points A et B sont situés sur une même horizontale ($Z_A = Z_B$).
- Lorsqu'on exerce une petite force sur le piston de section S_B , le piston de section S_A s'élève.



2. Presse hydraulique

- A l'équilibre

$$P_A = P_B$$



2. Presse hydraulique

- A l'équilibre

$$P_A = P_B$$

D'après **(*)** $\longrightarrow \dfrac{F_A}{S_A} = \dfrac{F_B}{S_B} \longrightarrow \boxed{F_A = S_A.\dfrac{F_B}{S_B}}$