BIOPH' IMPALA



Tut'Ambiances

The Slow Rush
Currents
Deadbeat

Tame Impala

BIOPHYSIQUE CARDIO-VASCULAIRE

Système Cardio-Vasculaire :

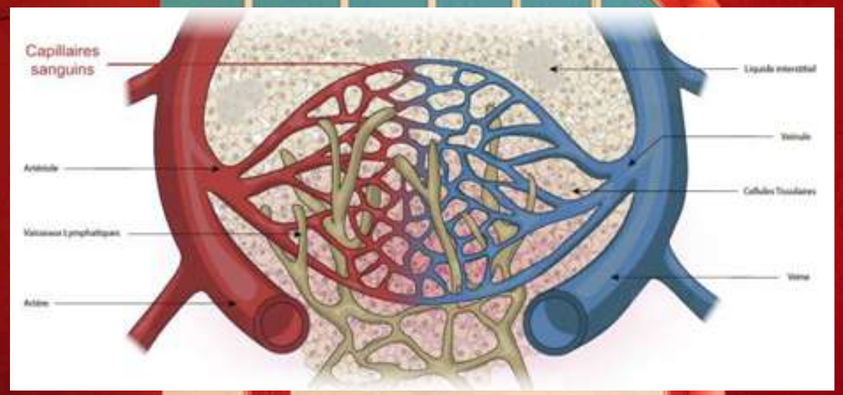
=> **Coeur** + **Vaisseaux** =

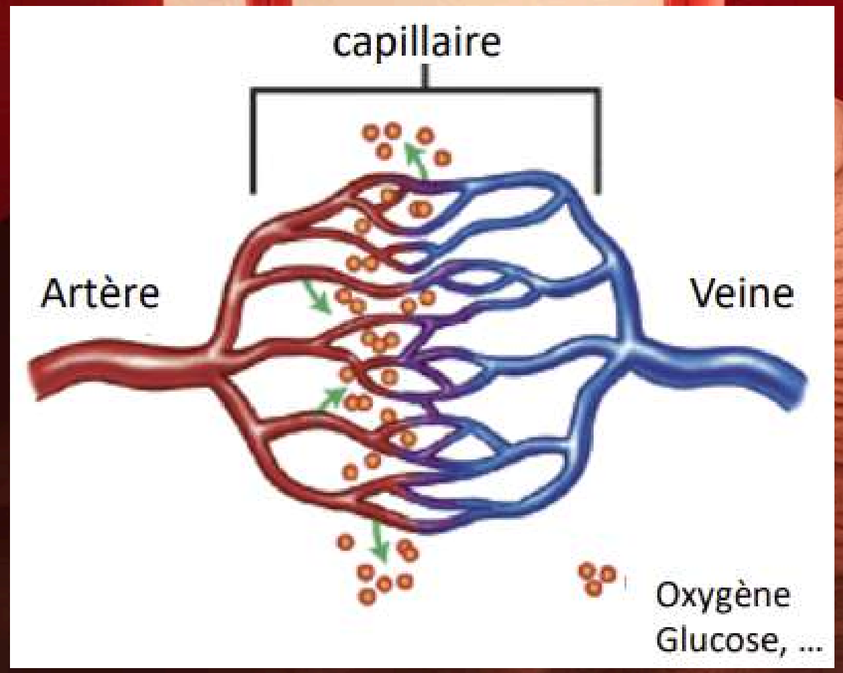
Propulsion + **Circulation**

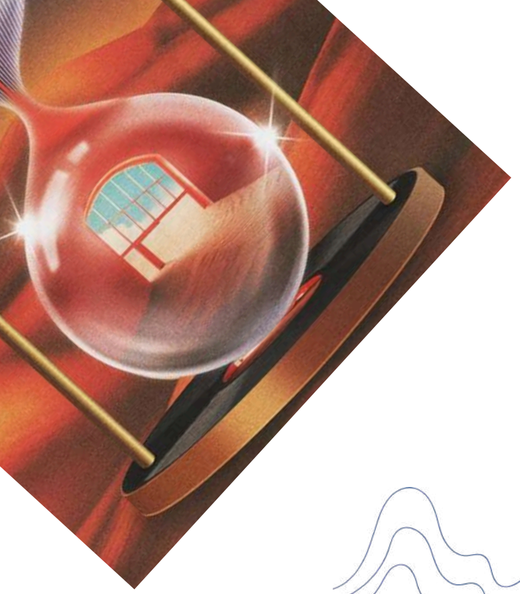
Favoriser les échanges au niveau des capillaires viscéraux grâce à :

- **Grande surface d'échanges**
- **Vitesse circulatoire lente**



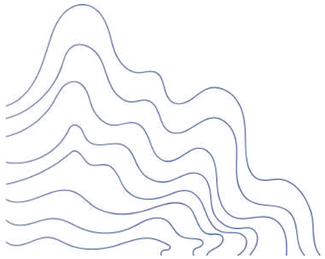






INTRO À LA BIOPHYSIQUE DE LA CIRCULATION





FLUIDE

Milieu pouvant **se déformer** et **s'écouler**



MILIEU GAZEUX

Ec >> El

Compressible et **Expansible**



MILIEU LIQUIDE

Ec ≈ El

Non Compressible et **Non Expansible**

TYPE DE FLUIDE ET MÉCANIQUE DES FLUIDES

On a 2 types de fluide :

- **Fluide Idéal/Parfait** : **Pas de frottements**, pas de perte d'énergie
- **Fluide Réel** : **Phénomène de Frottement**, perte d'énergie

STATIQUE

- Fluide **Immobile**
- Caractérisé par une **pression**
- Idéal ou Réel : **même comportement**

DYNAMIQUE

- Fluide en **mouvement**
- Caractérisé par un **débit**
- Idéal et Réel : **Comportement différent**





DIMENSION DE LA PRESSION

Pression P

Poids de la colonne de fluide sur cette paroi.

Pression Relative

Effet de la colonne de liquide $\Delta P = \rho g h$

Pression Absolue

Effet de la pression atmosphérique + Effet de la colonne de liquide. **Pabsolue = Patm + ΔP**

La pression est une **force par unité de surface.**

Mais aussi

Une **énergie par unité de volume.**

On aura donc :

$$[P] = \frac{[F]}{[S]} = \frac{[E]}{[V]}$$





UNITÉS ET PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

Différentes unités :

> **Pascal** (SI) → Unité faible… Donc on utilise des multiples comme l'**hecto Pascal**

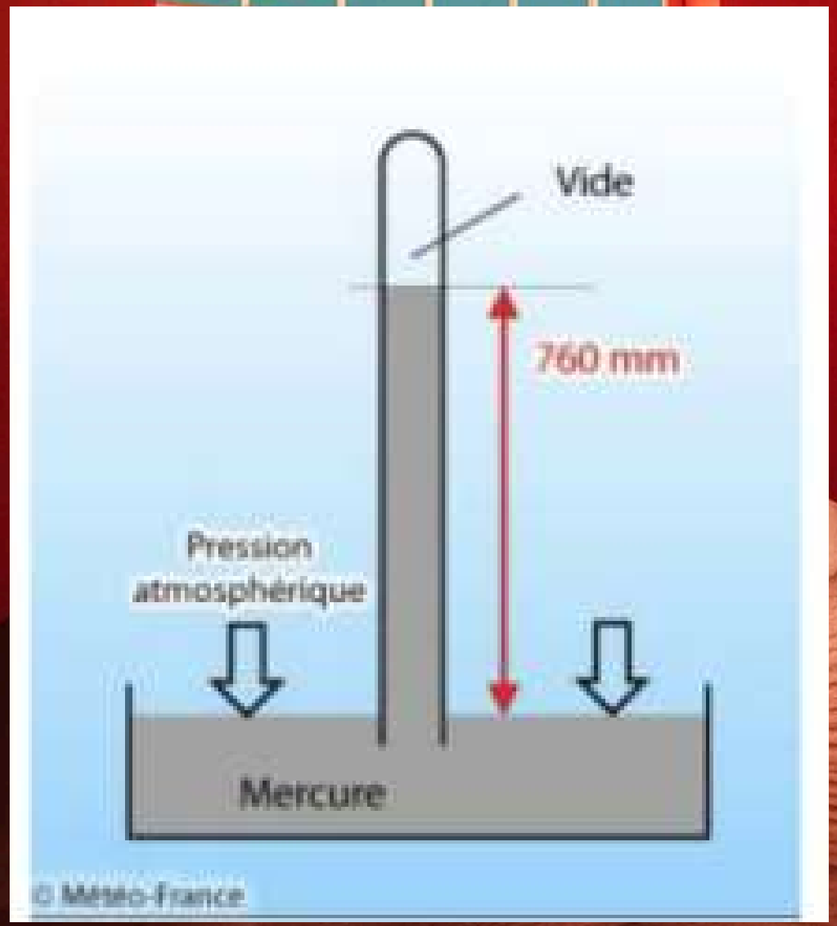
> Autre unité : **1 bar = 10^5 Pa**

> Unités en physiologie : **mmHg ; cmH20**

La Pression Atmosphérique :

- **Poids** de la colonne d'**air atmosphérique**
- **Patm = 1013 hPa**





PRINCIPE ET LOIS DE PASCAL

PRINCIPE

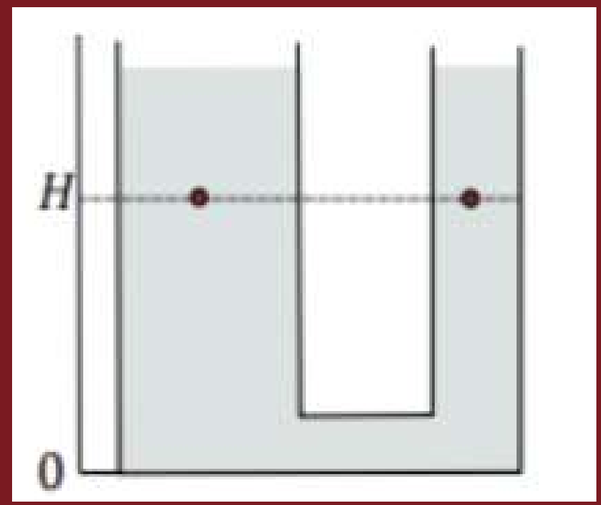
Une variation de pression se transmet intégralement et dans tous les directions

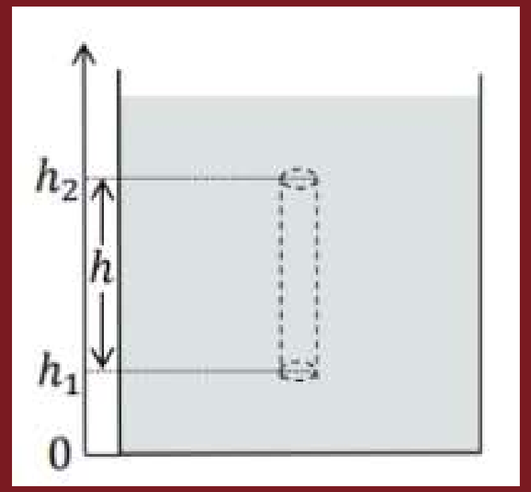
1ÈRE LOI DÉRIVÉE

P est la même en tout point de même altitude

2ÈME LOI DÉRIVÉE

dP est proportionnelle à dh entre 2 points









DÉBIT ET CONTINUITÉ DU DÉBIT



- Débit : **Volume** de fluide qui traverse une **section S par unité de temps**
- On aura alors : **Q = V/dt**

Hypothèses :

- Incompressibilité → ρ constante
- Régime stationnaire → vitesse constante en 1 point
- Section variable

Notion de débit

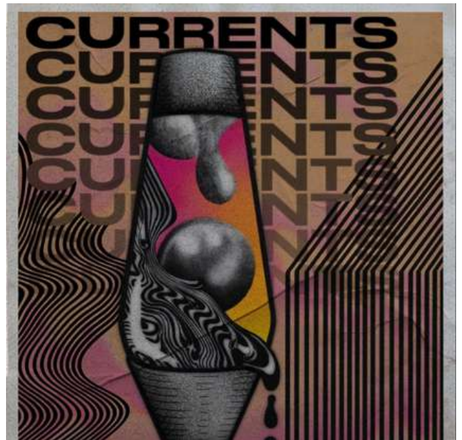
Q = S x v =

Section x Vitesse

Principe de continuité du débit

Q = S x v = Constante alors si S ↗ alors v ↘ et si S ↘ alors v ↗.







ÉQUATION DE BERNOULLI

Hypothèses :

- Incompressibilité → ρ constante
- Fluide **idéal/parfait** → pas de frottement
- Écoulement **non tourbillonnaire** → non turbulent

3 types d'énergies :

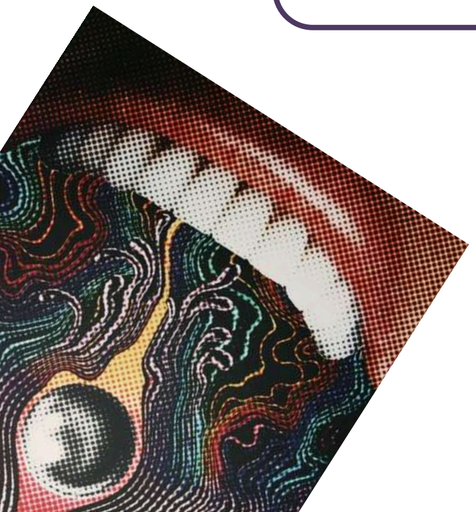
- **E1** de **pesanteur**
- **E2 cinétique**
- **E3** de **pression statique**

En terme d'énergie :

$$Et = E1 + E2 + E3 = mgh + 1/2mv^2 + PV = constante$$

En terme de pressions:

$$Et = \rho gh + 1/2\rho v^2 + P = constante$$







3 TYPES DE MESURE SELON L'ORIENTATION DU CAPTEUR

PRESSION LATÉRALE

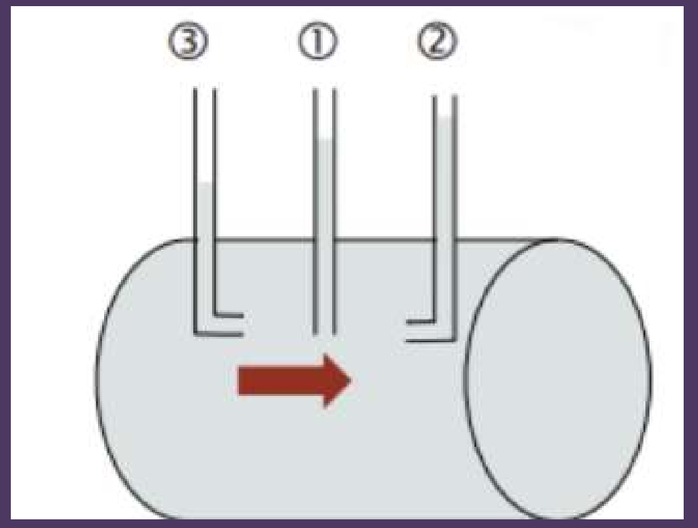
Ou en Pression Statique P. Se mesure avec un capteur parallèle au courant.

PRESSION "TERMINALE"

Cette pression, PT, est mesurée avec un capteur face au courant.

PRESSION "D'AVAL"

Cette pression, PA, est mesurée avec un capteur dos au courant.



Avec

$$PT = P + 1/2\rho v^2$$

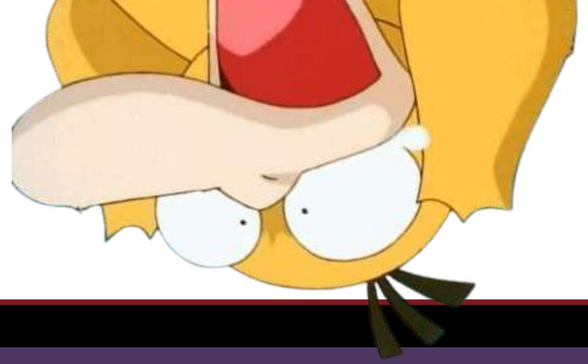
et

$$PA = P - 1/2\rho v^2$$



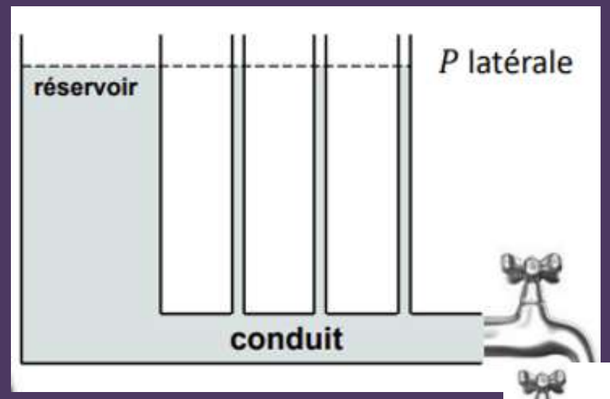


CAS DE L'ÉCOULEMENT HORIZONTAL



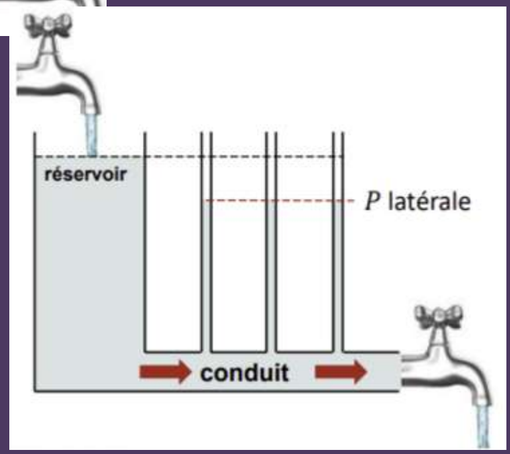
Condition Statique :

La pression est la même en tout point de même profondeur/altitude.
Avec les tubes, qui permettent d'accéder à la pression latérale, on voit qu'elle est égale.



En écoulement :

La pression de pesanteur ne change pas puisqu'on est à l'horizontal mais on aura un changement au niveau de la pression latérale, une diminution pour compenser l'augmentation de la pression cinétique, puisqu'on est en mouvement

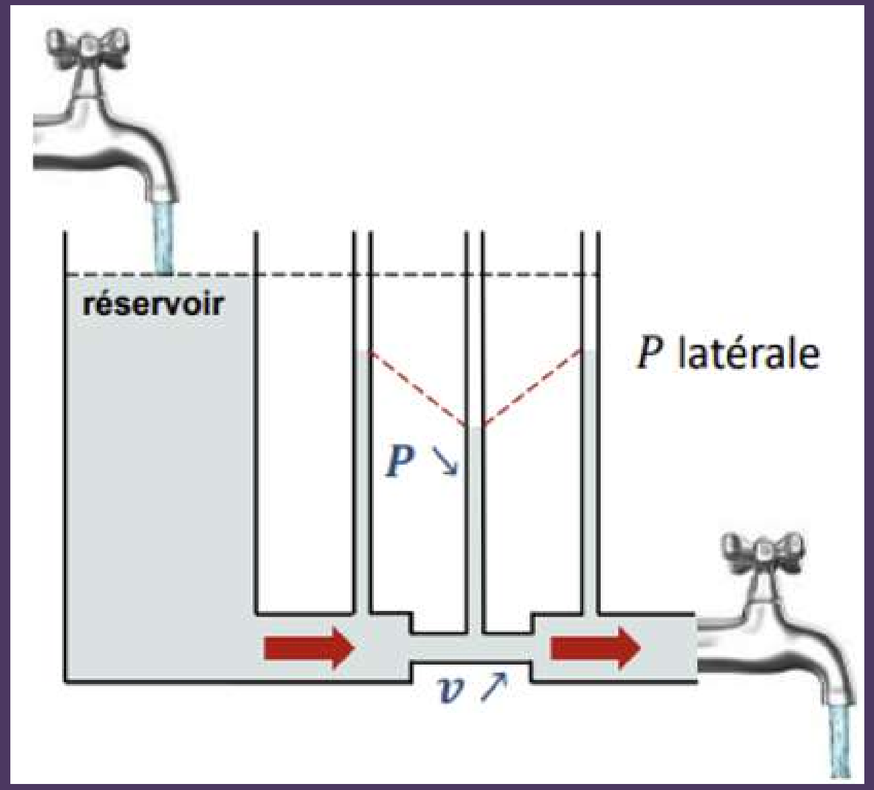








CAS DE L'ÉCOULEMENT HORIZONTAL



Effet de variation de section : Effet Venturi

On le sait, si la section diminue, alors la vitesse augmentera. Donc on aura une augmentation de la pression cinétique et s'en suivra une diminution de la pression latérale au niveau de la diminution de section.

Conséquences médicales :

- Sténose : v augmente → pression cinétique augmente → pression latérale diminue → risque d'obstruction par spasmes.
- Anévrisme : v diminue → pression cinétique diminue → pression latérale augmente → risque de rupture







LA VISCOSITÉ

Définition Intuitive

La viscosité est une propriété des fluides qui affectent la manière dont ils s'écoulent.

Définition Physique

Elle correspond aux forces de frottements internes entre les molécules lors du mouvement du fluide.

La viscosité va donc entraîner une perte d'énergie, qu'on appelle perte de charge, et qui est liée au dégagement de chaleur.

DEADBEAT

TAUX DE CISAILLEMENT ET CATÉGORIE DE FLUIDE



On a aussi la définition physique du **taux de cisaillement : Deux lames de fluide circulent parallèlement à des vitesses différentes.**

La force de frottement :

$$F = \eta S.dv/dx$$

→ Pour les fluides **non newtoniens,** on utilise alors la **viscosité apparente**.

Deux catégories de fluide :

- **Newtoniens** : η varie seulement avec T
  T ↗ alors η ↘
- **Non Newtoniens** : η dépend souvent de dv/dx seulement.
  dv/dx ↗ alors η ↘



2 TYPES DE FLUIDE
2 RÉGIMES D'ÉCOULEMENTS

On a 2 types de fluides :

- Fluide **Idéal** : Molécules se déplacent à la **même vitesse**
- Fluide **Réel** : La viscosité fait que les molécules se déplacent à des **vitesses différentes.**

2 régimes d'écoulement :

- **Laminaire** : pas de souffle
- **Turbulent** : on perçoit un souffle

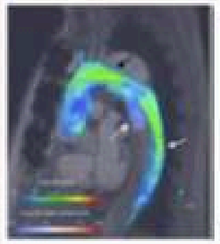


Écoulement laminaire	• **v faible** • η → facteur cohérence • Ligne parallèle • v max au centre • Fine couche immobile • **Profil parabolique des vitesses**
Écoulement turbulent	• **v moyenne ou élevée** • η → ~~facteur cohérence~~ • désordonnée • Trajectoire tourbillonnente • **Pas de distribution systématisée des vitesses**



Image IRM des vitesses de la crosse aortique en couleur

Répartition parabolique des vitesses





Plus de répartition parabolique des vitesses -> témoigne d'un flux turbulent dans cette aorte

LE NOMBRE DE REYNOLDS

On considère :

➢ Si **Re ⩽ 2000** → régime d'écoulement **laminaire**

➢ Si **Re > 10000** → régime d'écoulement **turbulent**

➢ **Entre les 2** : Le régime d'écoulement est **instable** : on ne peut **rien conclure**.

Nombre de Reynolds :

$$Re = \rho dv/\eta$$

Vitesse Critique :

$$vc = Re.\eta/\rho.d = 2000.\eta/\rho.d$$





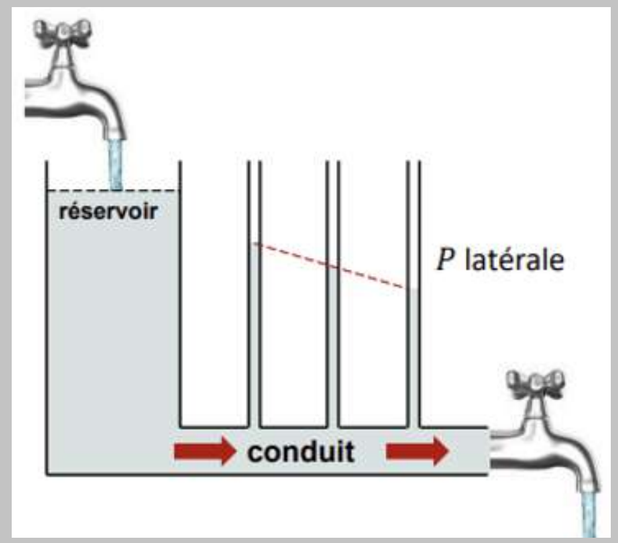
LA PERTE DE CHARGE

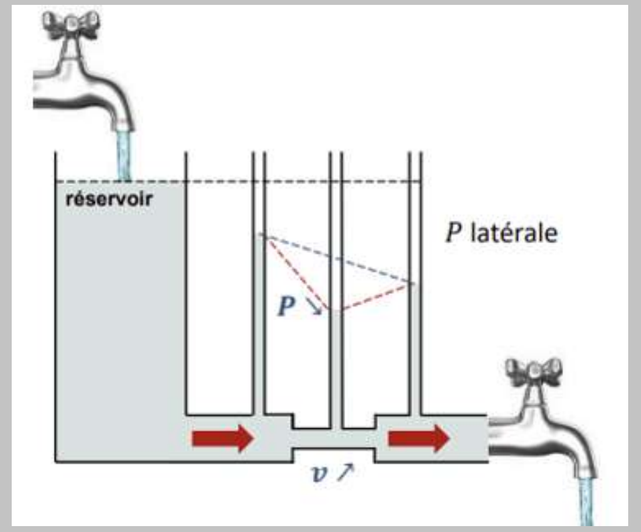
Pour un **liquide réel**, on aura des **pertes de charge dû à la viscosité** du liquide.
On peut l'intégrer à l'équation de Bernoulli

$Pt = \rho gh + 1/2\rho v^2 + P + chaleur = constante$

Encore une fois, avec cette dissipation d'énergie E en chaleur, c'est la **pression latérale P qui va diminuer**.

On observe le même phénomène avec **l'Effet Venturi** mais de la même manière que précédemment, la **diminution de la pression latérale P** sera plus forte **au niveau de la diminution de la section**









LOI DE POISEUILLE





La loi de Poiseuille va concerner uniquement les fluides **réels** en flux **laminaire** et **newtonien** qui s'écoule dans un **tube horizontal cylindrique**.

La loi de Poiseuille :

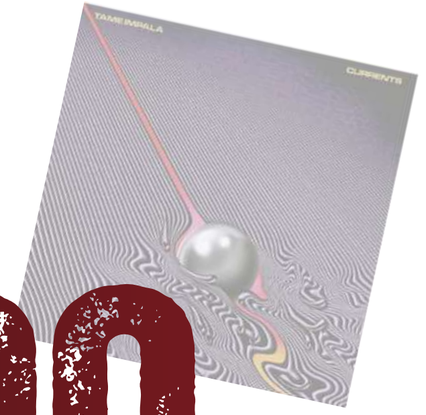
$$Débit\ (Q) = \frac{\Delta P}{R}$$

$$Débit\ (Q) = \Delta P \times \frac{\pi r^4}{8\eta L}$$

- Proportionnel à la **différence de pression**
- Inversement proportionnel à la **longueur du tube L et à la viscosité η**
- Proportionnel à la **4ème puissance du rayon** : si le **rayon fait x2, alors le débit fera x16.**



Biophysique 2026/2027 - Pr Humbert





FINITO PIPO





Mais que pour la partie 1 la team...



Tut'Ambiances

Bioph'Impala

Tahernie