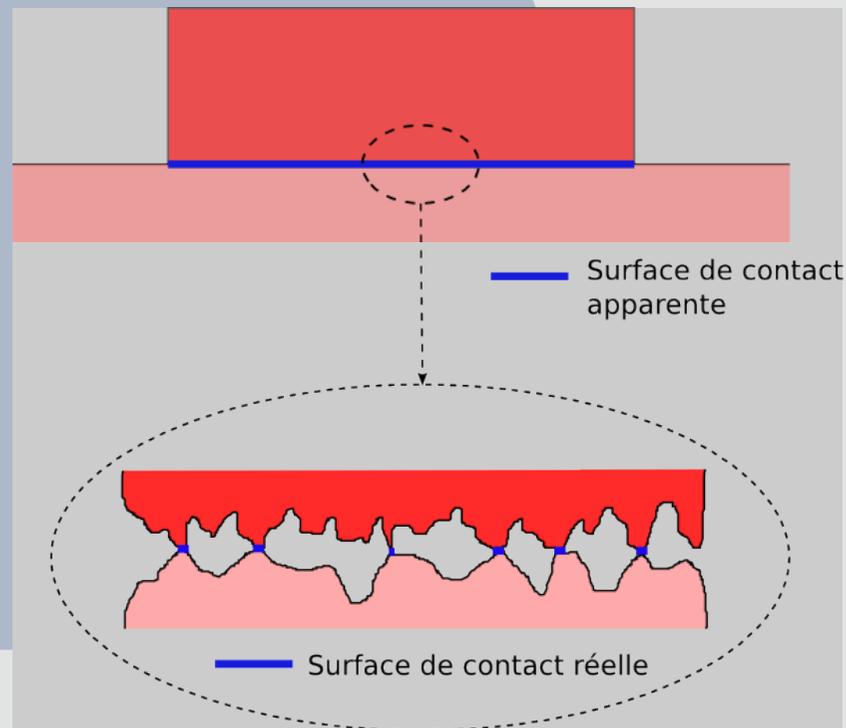


# Panorama sur la Physique

## Chapitre 5 – Mécanique

### *5.3 Forces de contact*



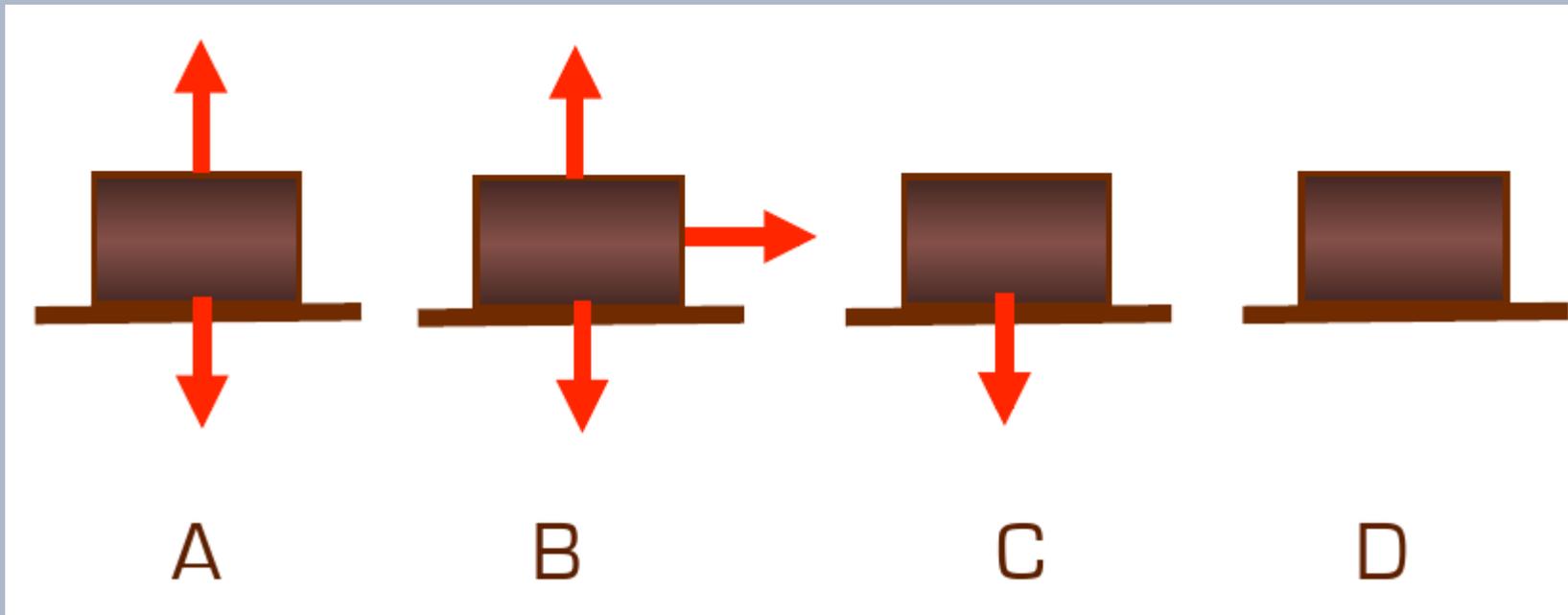
- Chapitre 1 - Introduction
- Chapitre 2 - Introduction à la pensée scientifique
- Chapitre 3 - Optique : l'étude de la lumière
- Chapitre 4 - Cinématique : la description du mouvement
- Chapitre 5 - Mécanique

- Chapitre 1 - Introduction
- Chapitre 2 - Introduction à la pensée scientifique
- Chapitre 3 - Optique : l'étude de la lumière
- Chapitre 4 - Cinématique : la description du mouvement
- **Chapitre 5 - Mécanique**

## 5.3.1 Réaction du plan

### Bilan des forces

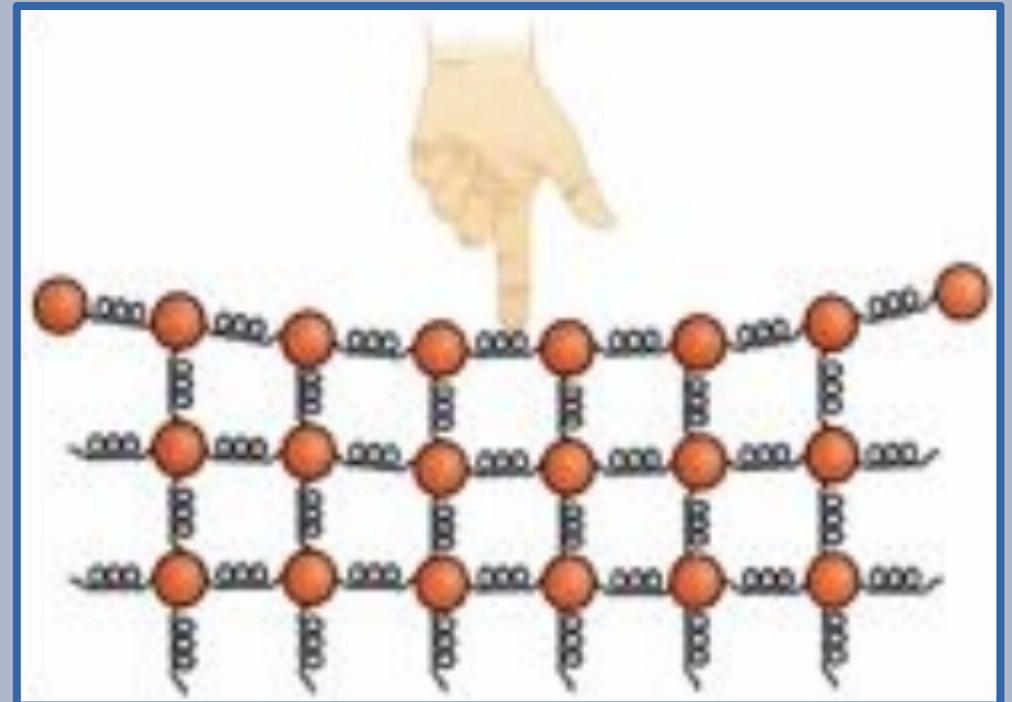
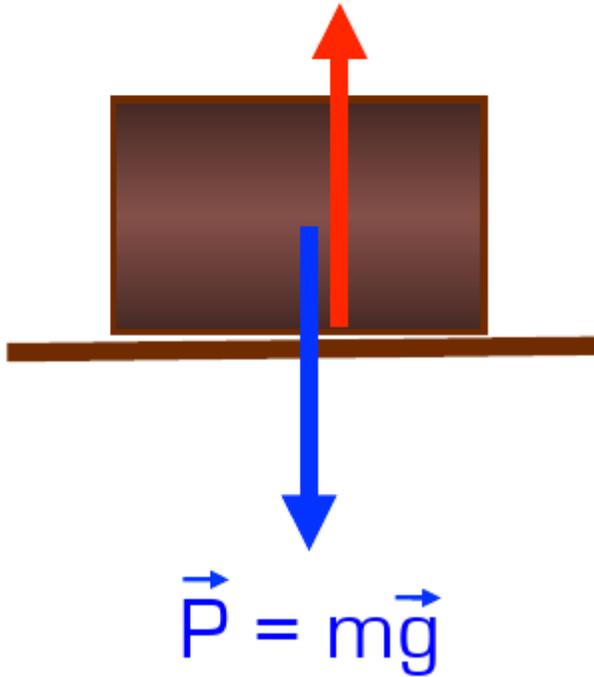
Une caisse est au repos sur une surface lisse.  
Quel schéma décrit le mieux les forces qui agissent sur la caisse ?  
Chaque flèche rouge correspond à une force. Prenez en compte leur sens et leur nombre, mais *ignorez leur longueur*.



## 5.3.1 Réaction du plan

### Réaction normale d'un plan

Equilibre :  $\vec{N} = -\vec{P}$

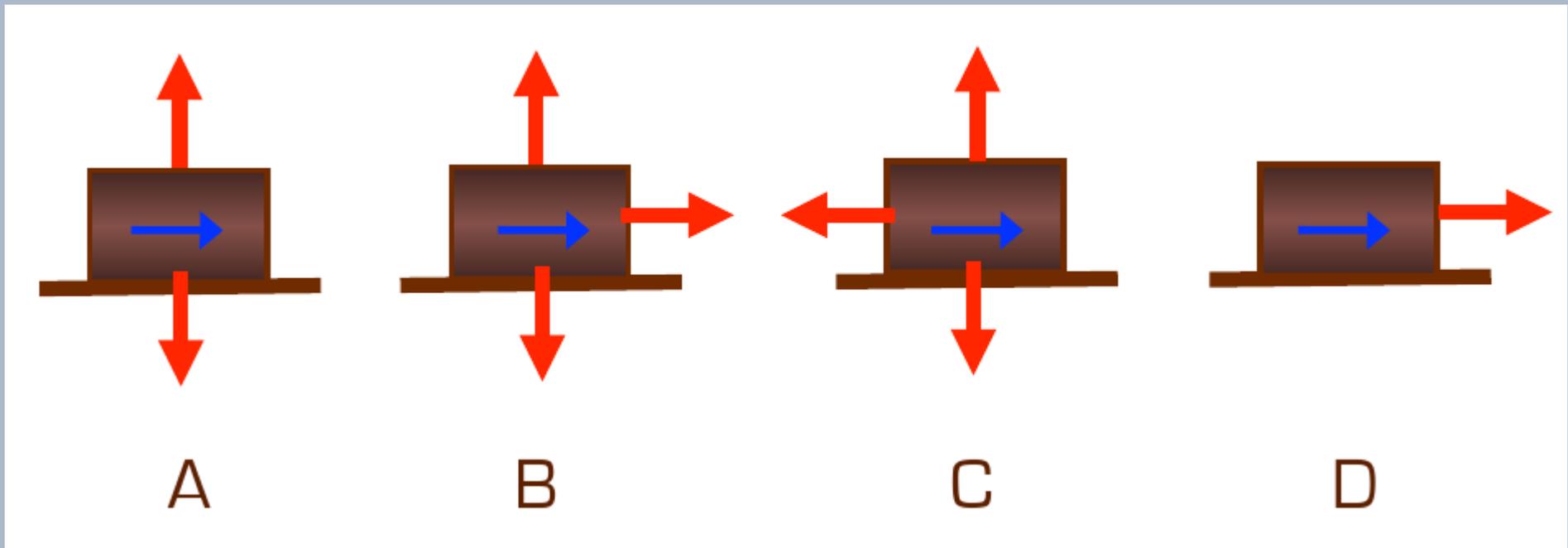


## 5.3.1 Réaction du plan

### Bilan des forces

La même caisse avance à vitesse constante vers la droite sur une surface lisse.

Quel schéma décrit le mieux les forces qui agissent sur la caisse ?

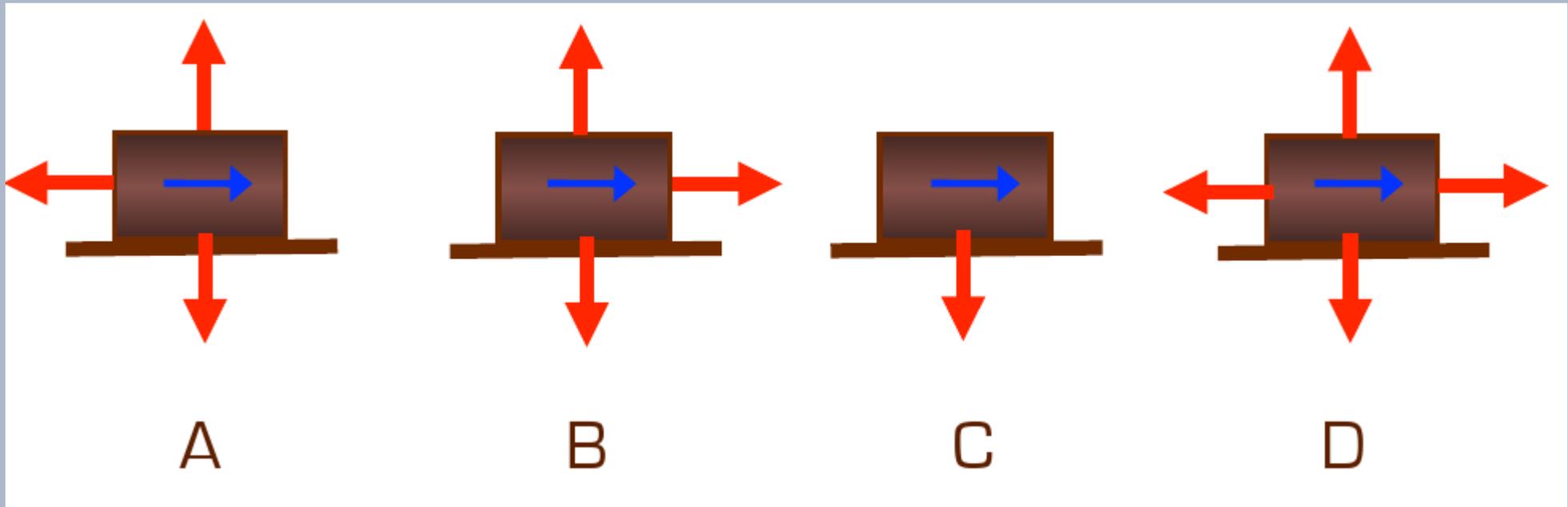


## 5.3.1 Réaction du plan

Vers la définition de nouvelles forces !

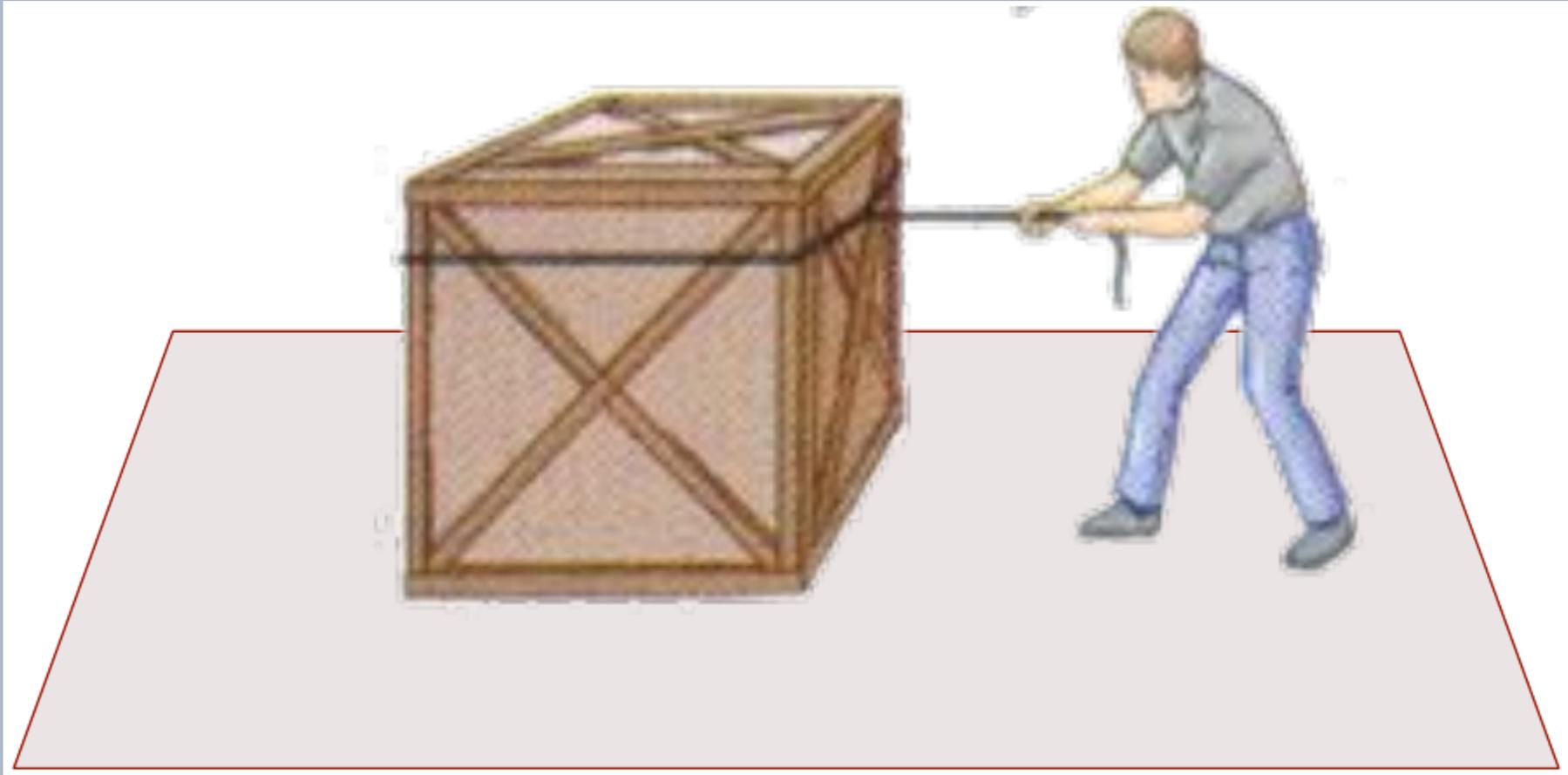
La même caisse avance à vitesse constante vers la droite sur une surface rugueuse.

Quel schéma décrit le mieux les forces qui agissent sur la caisse ?



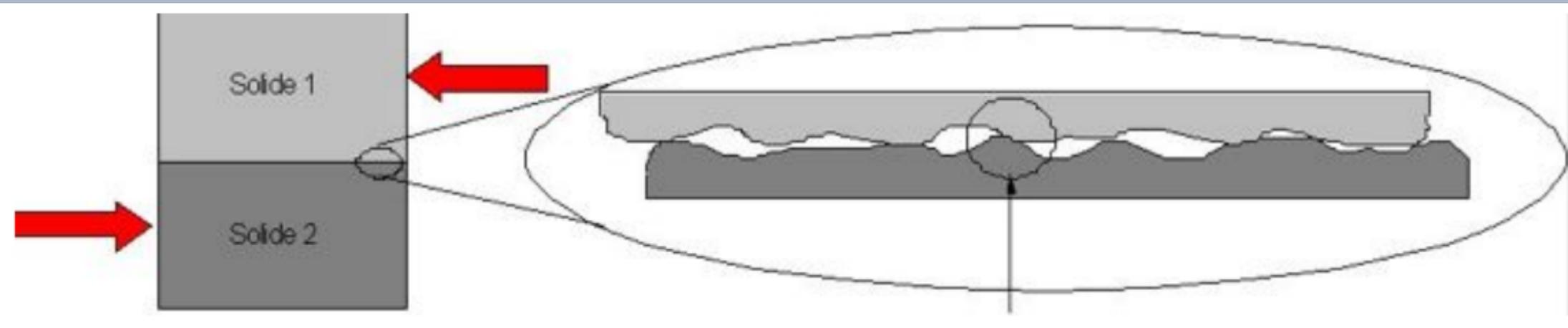
## 5.3.2 Frottement solide statique et dynamique

### Frottement statique

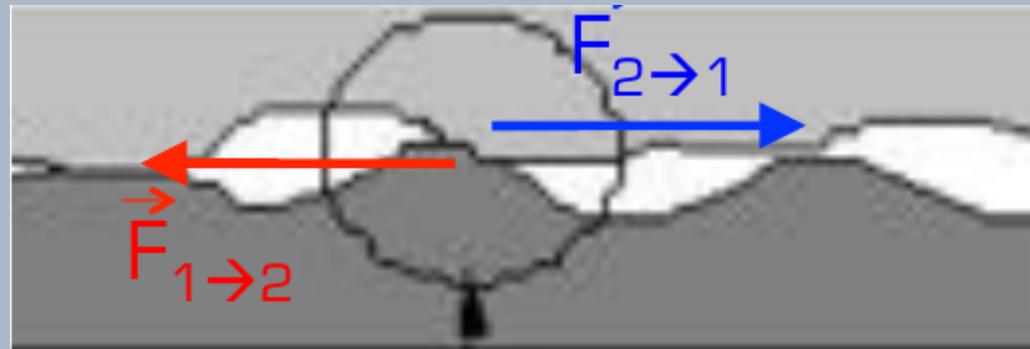


# 5.3.2 Frottement solide statique et dynamique

## Frottement statique



force de frottement statique qui s'oppose au glissement

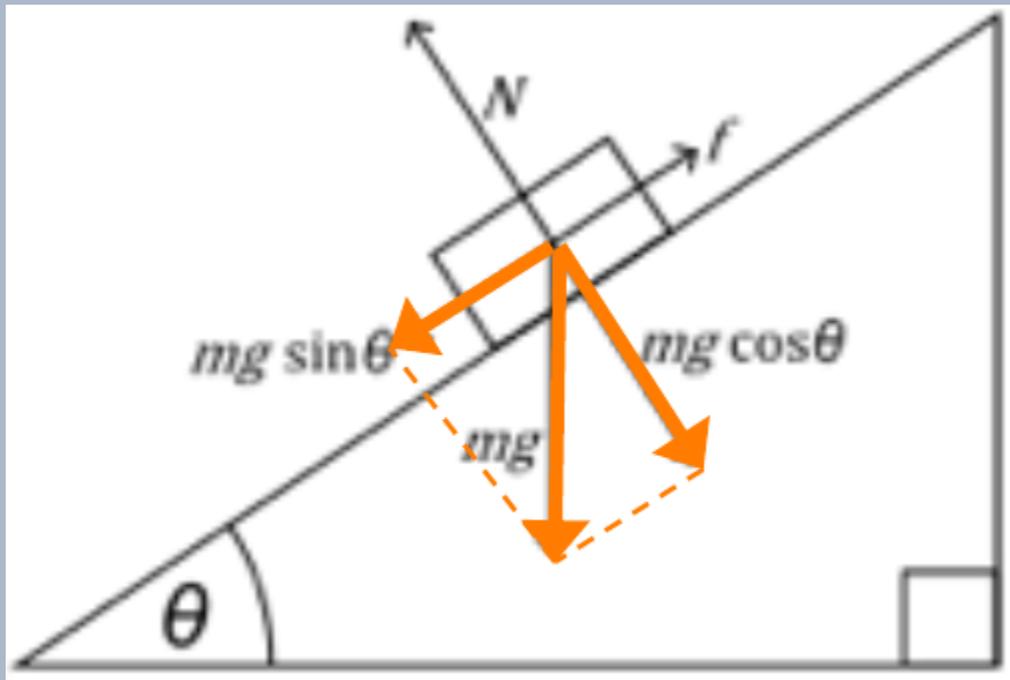


$$\|\vec{F}_{\max}\| = \mu_0 \|\vec{N}\|$$

- force maximum de frottement statique
- $\mu_0$  coefficient de frottement statique

# 5.3.2 Frottement solide statique et dynamique

Frottement statique : détermination de  $\mu_0$



$$\mu_0 = \tan(\theta_{\max})$$

	Cas statique
glace sur glace	0,1
bois-bois	0,4
acier-acier	0,7
acier-bois	0,2-0,6
pneu sur route sèche	0,6-1
pneu sur route humide	0,6

# 5.3.2 Frottement solide statique et dynamique

## Frottement cinétique

en mouvement :

$$\vec{F}_{\text{frott}} = -\mu N \vec{u}_v$$

$\mu < \mu_0$

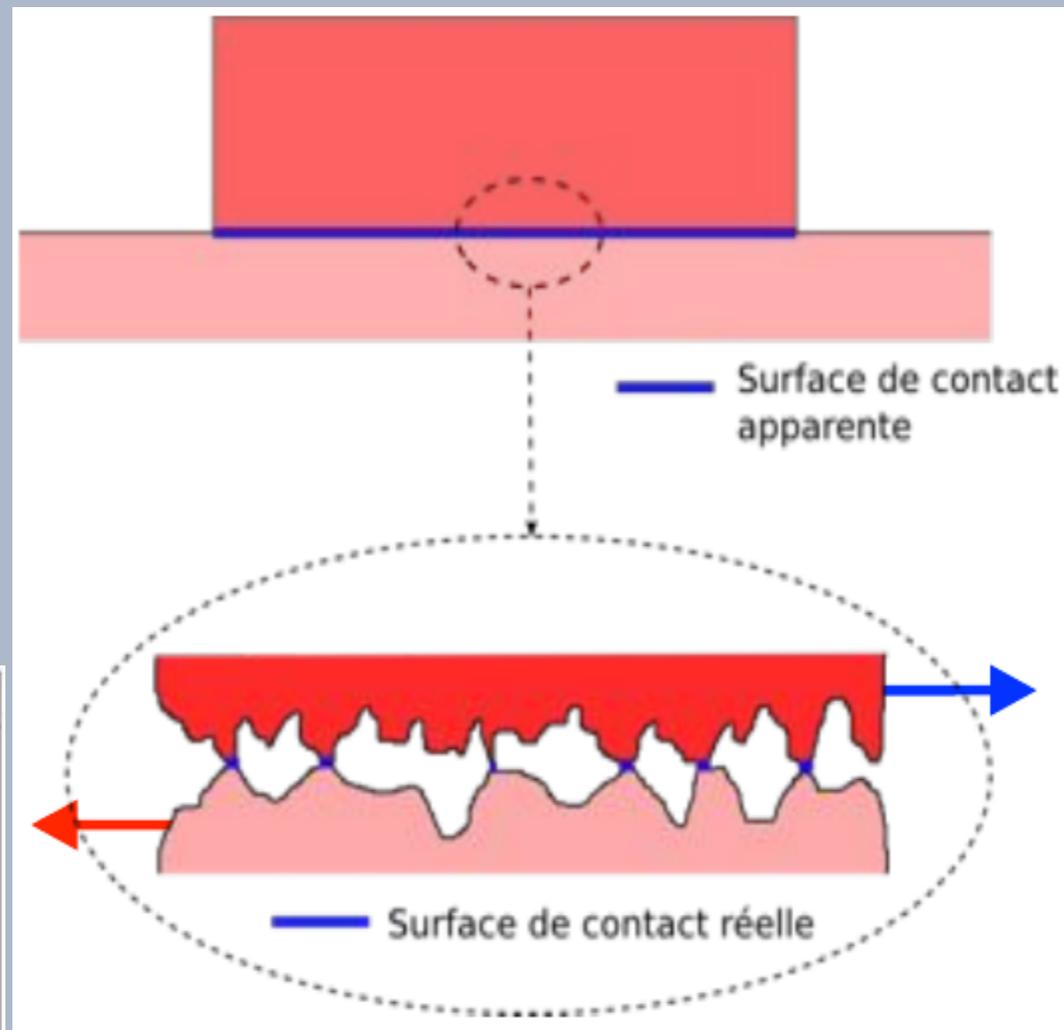
↙ ↘

coeff. de frottement cinétique

<

↙ ↘

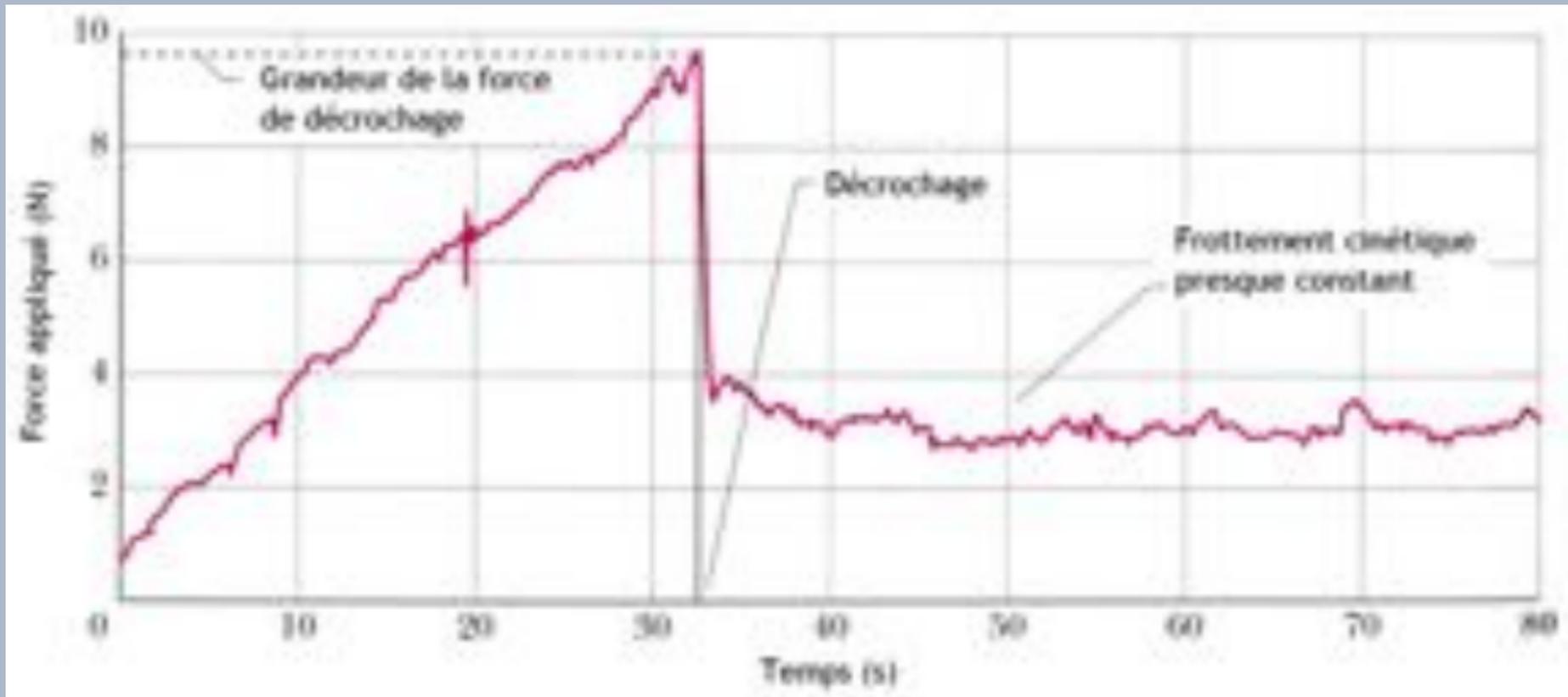
coeff. de frottement statique



	Cas statique	Cas cinétique
glace sur glace	0,1	0,03
bois-bois	0,4	0,2
acier-acier	0,7	0,6
acier-bois	0,2-0,6	0,15-0,55
pneu sur route sèche	0,6-1	0,6
pneu sur route humide	0,6	0,3

# 5.3.2 Frottement solide statique et dynamique

## Frottement cinétique



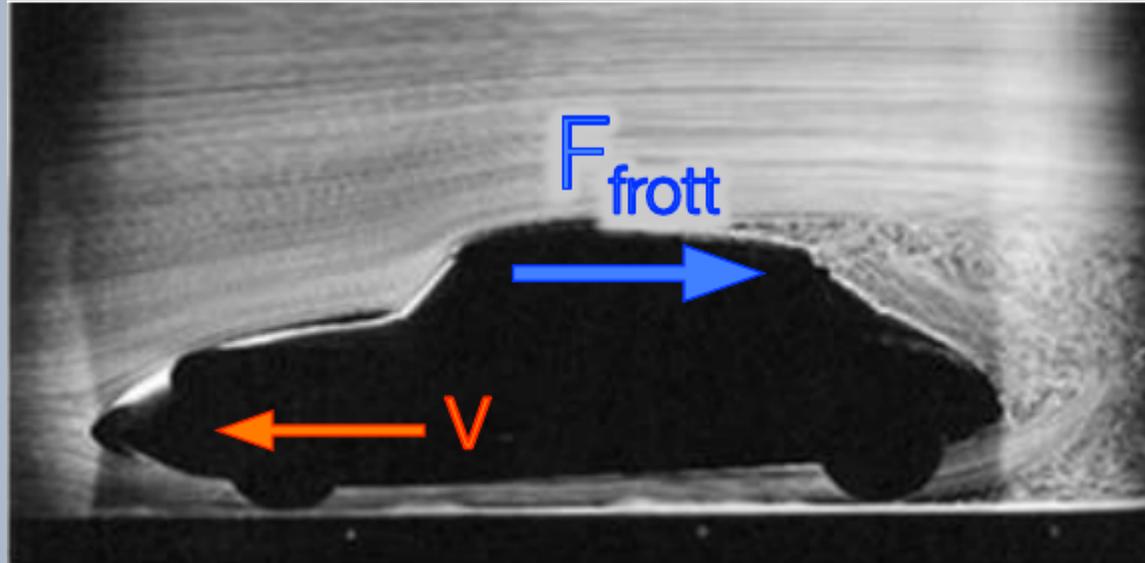
force de frottement cinétique ( $v \neq 0$ )

$$\vec{F}_{\text{frott}} = -\mu N \vec{u}_v$$

- $\mu$  coefficient de frottement cinétique  $< \mu_0$
- valeur **indépendante de la vitesse**
- valeur **proportionnelle à N**
- direction opposée à la vitesse

## 5.3.3 Frottement fluide

### Force opposée au mouvement



Régime 1, faible vitesse :

$$\vec{F} = -k(v) \vec{u}_v$$

huile, glycérine

$$k = 6\pi\eta R \text{ (sphère)}$$

Régime 2, vitesse élevée :

$$\vec{F} = -K'(v^2) \vec{u}_v$$

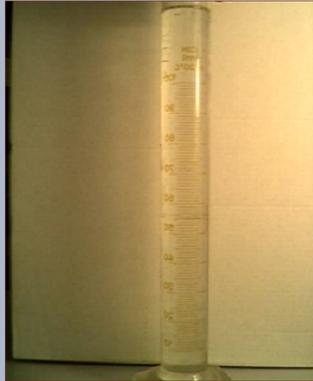
air

$$K' = \frac{1}{2} C_x S \rho$$

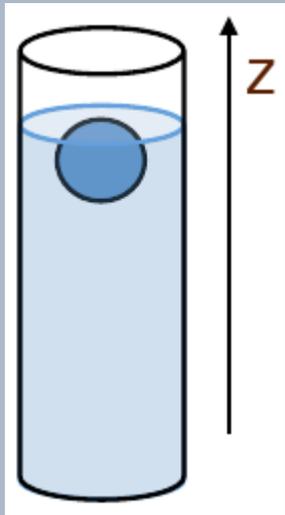
Pas de frottement fluide statique : le fluide ne peut pas bloquer le mouvement

## 5.3.4 Exemple

### Chute d'une bille dans la glycérine



[https://www.youtube.com/watch?v=19oRyCWQND0&feature=emb\\_err\\_woyt](https://www.youtube.com/watch?v=19oRyCWQND0&feature=emb_err_woyt)

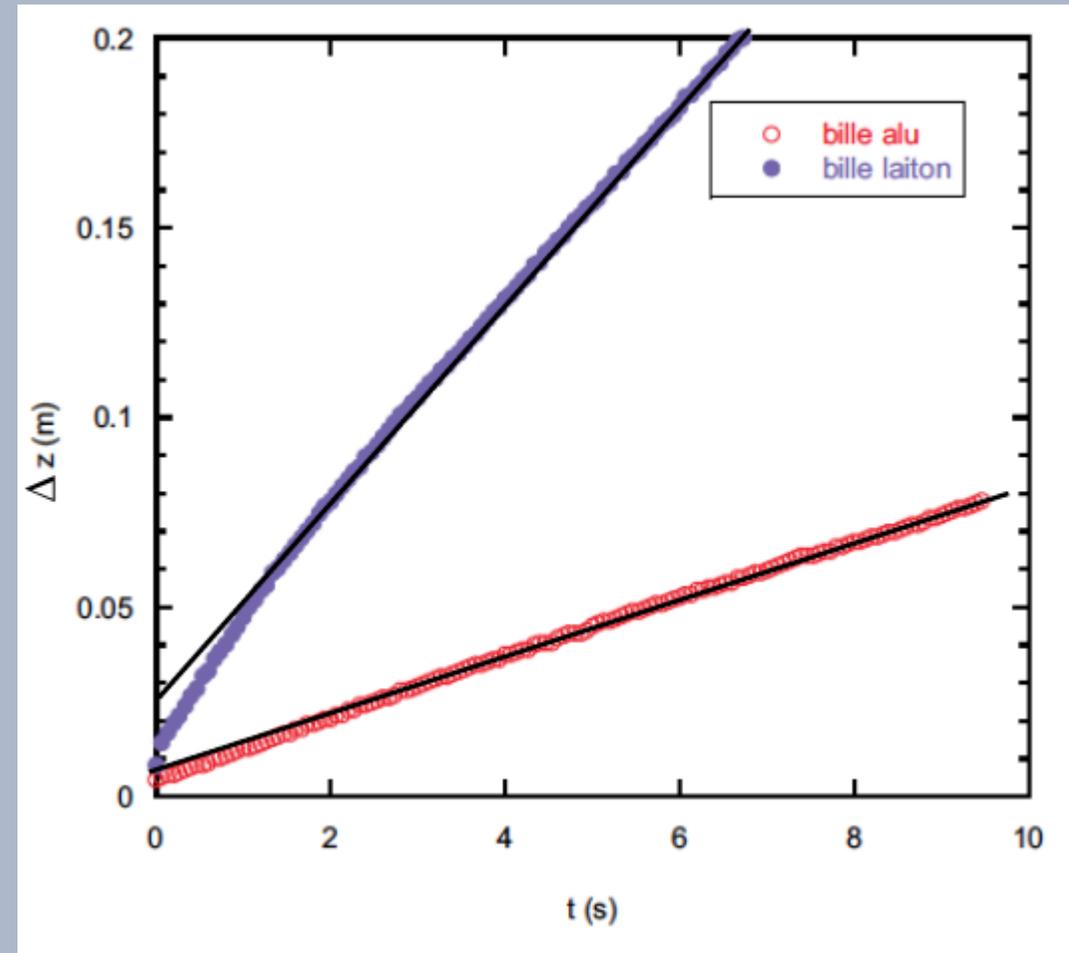
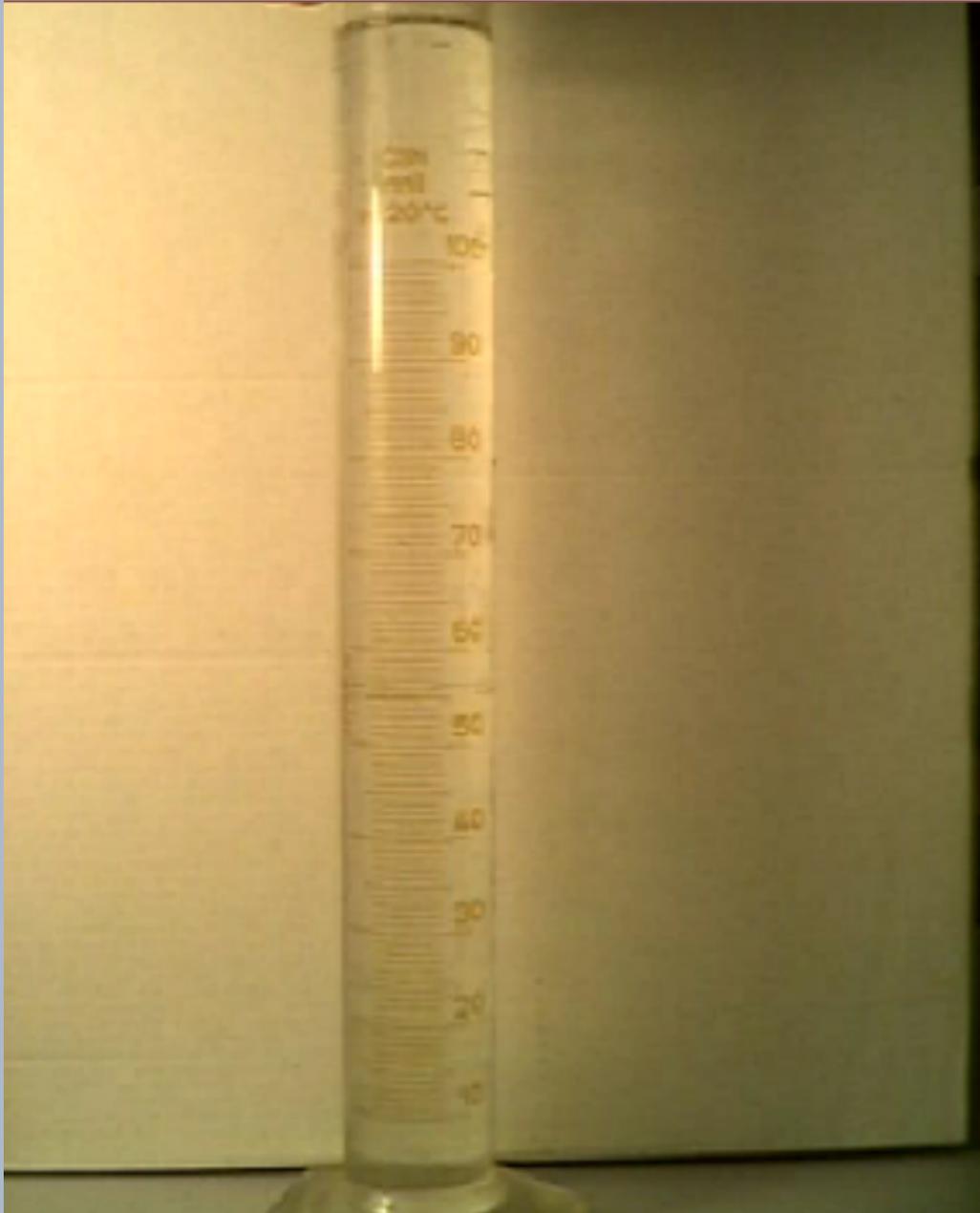


Essais	1	2	3	4
Distance $\Delta d$ (m)	0,2	0,2	0,2	0,2
Temps $\Delta t$ (s)	20,73	20,2	20,7	20,2
Vlim (m/s)	0,00964785	0,00990099	0,00966184	0,00990099
Viscosité (Pa/s)	1,47775878	1,4399772	1,4756202	1,4399772

Moyenne viscosité	1,458333345
-------------------	-------------

## 5.3.4 Exemple

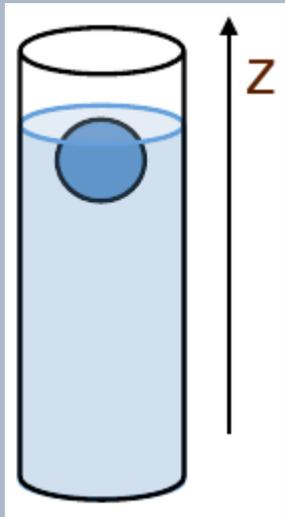
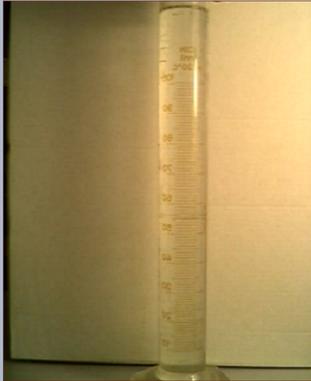
### Chute d'une bille dans la glycérine



$$v(t) = -\frac{mg}{k} \left( 1 - e^{-\frac{k}{m}t} \right)$$

## 5.3.4 Exemple

### Chute d'une bille dans la glycérine

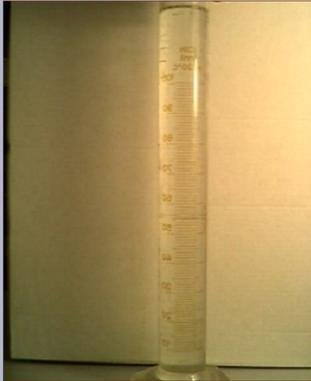


- Force  $F = - mg - kv$
- Equation différentielle pour  $z$  :  $z''[t] + (k/m) z'[t] = - g$   
2<sup>nd</sup> ordre linéaire non homogène
- Equation différentielle pour  $z' = v$  :  $v'[t] + (k/m) v[t] = - g$   
1<sup>er</sup> ordre linéaire non homogène

[https://www.youtube.com/watch?v=19oRyCWQND0&feature=emb\\_err\\_woyt](https://www.youtube.com/watch?v=19oRyCWQND0&feature=emb_err_woyt)

## 5.3.4 Exemple

### Chute d'une bille dans la glycérine



• Solution :  $v(t) = v_0(t) + v_p(t) = A \exp[-k t/m] - mg/k$

où

$v_0(t)$  = solution générale de l'équation homogène =  $A \exp[-k t/m]$

$v_p(t)$  = solution particulière =  $- mg/k$  = constante

• Si  $v(0) = 0$  alors  $A = mg/k$  et  $v(t) = - (mg/k) [1 - \exp[-k t/m]]$

**REM** : pour  $t \gg m/k$ ,  $v \approx v_p = - mg/k = cte \Leftrightarrow F = -mg - kv = 0$  :  
équilibre des forces

- [1] Polycopié de cours
- [2] [Maria Barbi - 1P001 Concepts et Methodes de la Physique - groupes MIPI](#)
- [3] David Sénéchal - Mécanique I - D. Senechal -PHQ114
- [4] Claude Pasquier - Mécanique
- [5] pour la suite : [Khan Academy](#) , [Unisciel](#) etc...