

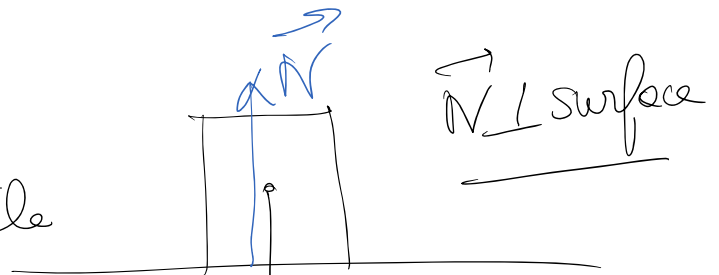
① Forces agissant à distance

Pour nous, force de gravité à basse altitude  $\vec{P} = m\vec{g}$   
 $\vec{g} = -g\hat{j}$   $g \approx 9,80 \text{ m/s}^2$   
 à haute altitude  $g(h) = \frac{GM_T}{(R_T+h)^2} \text{ m/s}^2$   
 ( $g(0) = 9,80 \text{ m/s}^2$ )

② Forces de contact

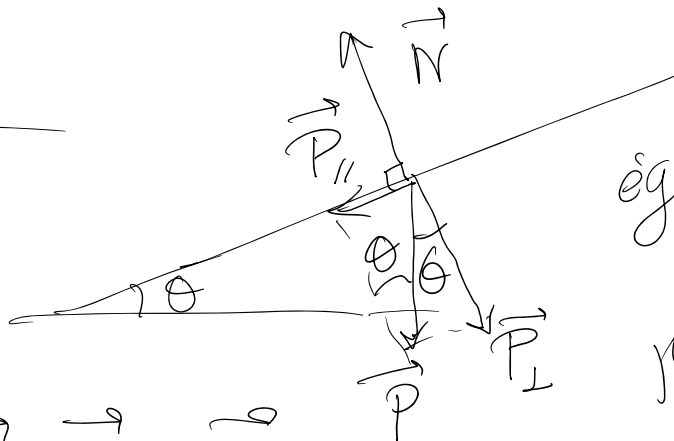
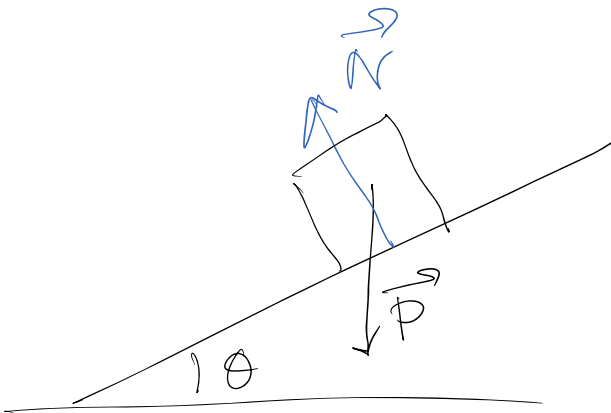
(a) Force normale  $\vec{N}$

horizontale



$$\vec{P} + \vec{N} = \vec{0} \text{ ou } \vec{N} = -\vec{P}$$

$$\vec{P} + \vec{N} \neq 0$$



égale parce que ces deux sont perpendiculaires l'un à l'autre

$$\vec{P} = \vec{P}_\perp + \vec{P}_\parallel$$

$$P_\perp = N \quad (P_\perp = -\vec{N})$$

$$\vec{P} \perp \vec{N} = \vec{P}_\perp + \vec{P}_\parallel + \vec{N}$$

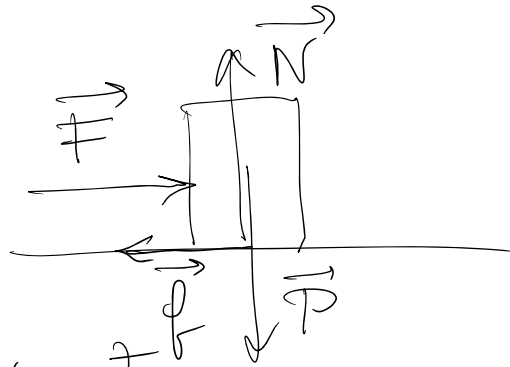
$$N = P \cos \theta$$

$$= \vec{P}_{//} \quad \vec{P}_{\perp} + \vec{N} = 0$$

$$P_{//} = P \sin \theta = mg \sin \theta$$

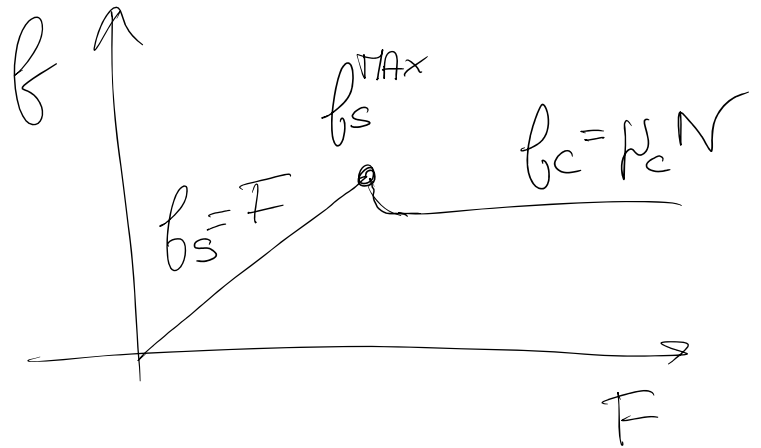
La force normale est ce qu'on appelle une force de contrainte

### (b) Forces de frottement



force de frottement résiste au mouvement

Pour  $F < f_s^{MAX}$   
 on a  $\vec{F} + \vec{f}_s = 0$   
 $\vec{F} = -\vec{f}_s$   
 $f_s^{MAX} = \mu_s N$



Pour  $F$  jusqu'à  $f_s^{MAX}$  la boîte est immobile

Pour  $F > f_s^{MAX}$  la boîte glisse mais avec une force de frottement qui s'oppose au mouvement  
 $f_c$  a  $-\vec{v}$  et sa valeur est constante où  $f_c = \mu_c N$

on note  $\mu_s > \mu_c$  voir valeurs Tableau 6.1

Tableau 6.1  
 Quelques valeurs de coefficients de frottement\*

	$\mu_s$	$\mu_c$
Acier sur acier (surface sèche)	0,6	0,4
Acier sur acier (surface graisseuse)	0,1	0,05
Téflon sur acier	0,04	0,04
Laiton sur acier	0,5	0,4

(surface graisseuse)		
Téflon sur acier	0,04	0,04
Laiton sur acier (surface sèche)	0,5	0,4
Pneu de caoutchouc sur la route (sèche)	0,9	0,8
Corde sur métal	0,3	0,2

\* Tiré de J. L. Meriam et L. G. Kraige, *Engineering Mechanics Dynamics*, New York, John Wiley & Sons, 1998.

valeurs  
Tableau 6.1

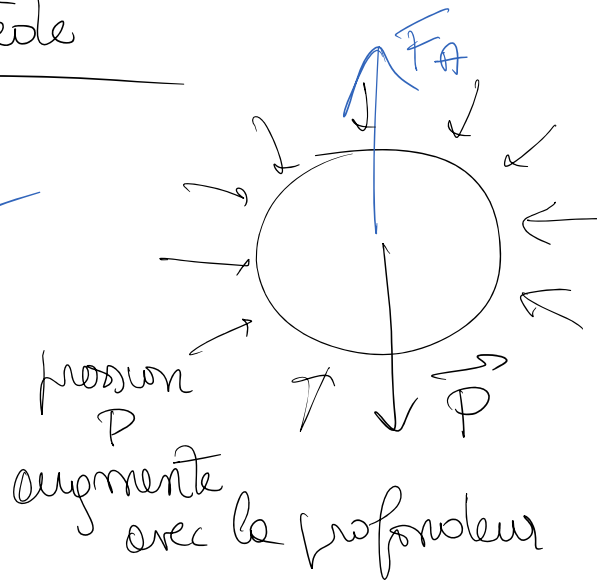
$\mu_s$ : coefficient de frottement statique qui détermine la valeur maximale de  $f_s$ :  $f_s^{MAX} = \mu_s N$

$\mu_c$ : coefficient de frottement cinétique et  $f_c = \mu_c N$

en général  $1 > \mu_s > \mu_c$

### (c) Poussée d'Archimède

$$F_A = (\rho_{liquide} V_{objet}) g$$



### Problèmes d'accélération

2<sup>ème</sup> loi  $\sum_i \vec{F}_i = m \vec{a}$

$m$ : masse d'inertie

Ex 1: Rondelle accélérée à  $v_f = 20 \text{ m/s}$  en partant du repos. Quelle force a été appliquée à la rondelle si le contact est fait sur 50 cm ( $m = 170 \text{ g}$ )

$$v_i = 0 \quad \left. \begin{array}{l} \\ v_f = 20 \text{ m/s} \end{array} \right\} \Rightarrow v_f^2 - v_i^2 = 2a \Delta x$$

$$\Rightarrow a = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2 \Delta x} = \frac{400}{0,1} = 4000 \text{ m/s}^2$$

$$v_f = 20 \text{ m/s}$$

$$\Delta x = 0,5 \text{ m}$$

$$m = 0,170 \text{ kg}$$

$$a = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2\Delta x} = \frac{400}{2 \times 0,5} = 400 \text{ m/s}^2$$

$$F = ma = 0,170 \times 400 = 68 \text{ N}$$

Ex 2:  $m = 1500 \text{ kg}$

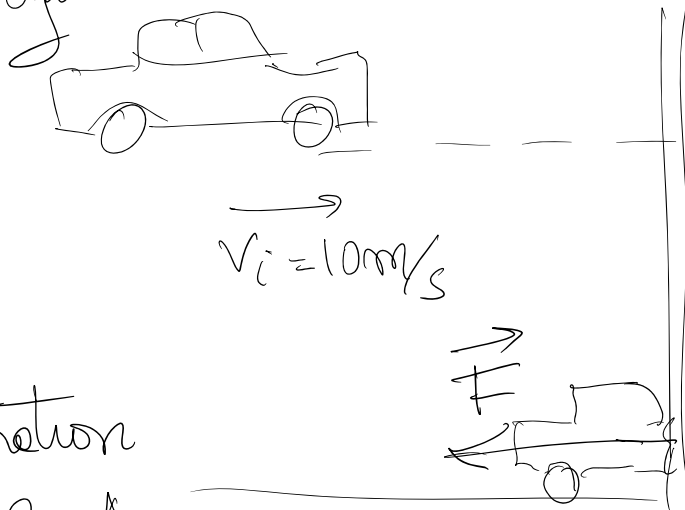
décélération  
à fait sur 1 m

$$v_f = 0$$

On calcule l'accélération

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x$$

$$a = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2\Delta x} = \frac{0 - 100}{2 \times 1} = -50 \text{ m/s}^2$$



le mur a fourni  $F = ma$  pour cette décélération

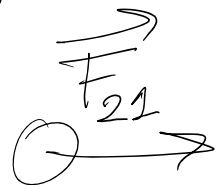
$$= +1500 \times (-50)$$

$$= -75000 \text{ N}$$

On sait que la voiture a aussi exercé une force sur le

Mur.

3ème loi de Newton



" Pour toute action, il y aura  
une réaction égale et opposée "

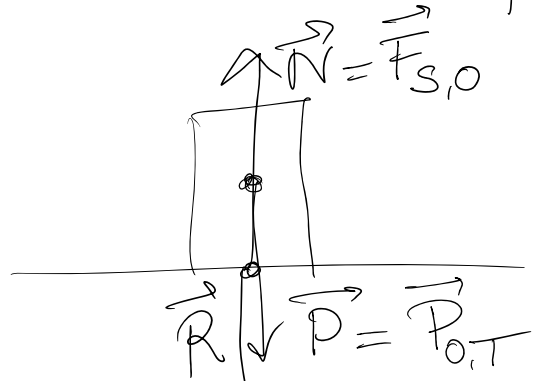
$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

n/t... 4 Toute force est un élément d'une paire

Notions

1 - Toute force est un élément d'une paire

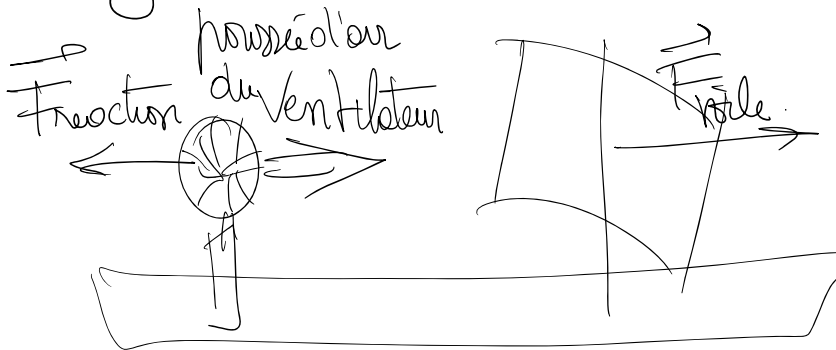
$$\vec{R} = \vec{F}_{0, \text{surface}} \quad (= \text{pairs})$$



2 - Les éléments d'une paire agissent sur des objets différents

3 - Les éléments d'une paire sont de module égal mais de direction opposée

$$\vec{P}_{T,0} \quad (\vec{P}_{T,0} = -\vec{P}_{0,T})$$



$$\vec{F}_{reaction} = -\vec{F}_{voile}$$

Poids apparent

ce que l'on ressent ce n'est pas  $\vec{P}$  mais  $\vec{N}$



Si immobile  $\vec{a} = 0$

$$\vec{N} + \vec{P} = 0 \quad \text{ou} \quad \vec{N} = -\vec{P}$$

Ascenseur qui monte en accélérant

$$\vec{N} + \vec{P} = m\vec{a}$$



$$\vec{N} + \vec{P} = m\vec{a}$$

$$N - P = ma$$

$$N = P + ma = (g + a)m > mg$$

↑  
feels apparent

