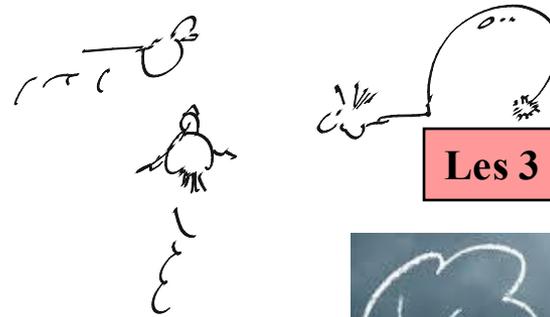


$$\frac{d\vec{x}}{dt}(t) = \vec{v}(t)$$

$$\frac{d\vec{v}}{dt}(t) = \vec{a}(t)$$

$$m \vec{a}(t) = \sum \vec{F}(t)$$



Les 3 lois de Newton !



JEUDI!

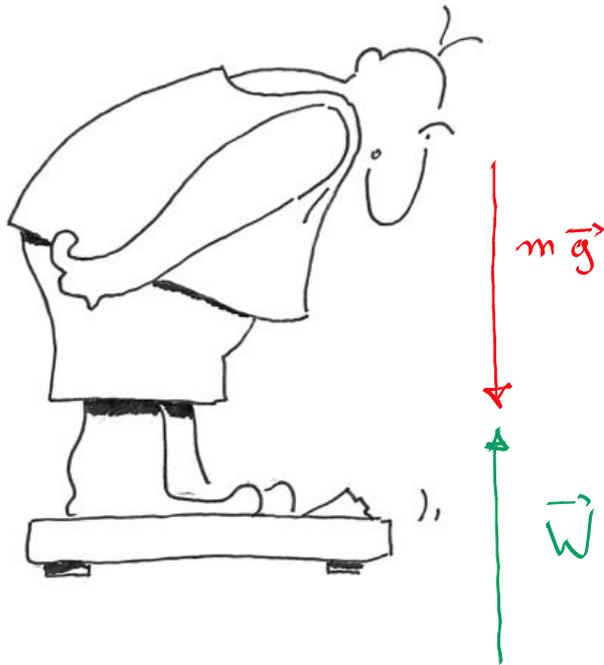
ATTENTION
IL Y A
UN
COURS
AVEC
DIMITRI



Ne pas
oublier !

- Si la somme de forces sur un corps est nulle, tout corps reste au repos ou en mouvement à vitesse constante dans un **repère inertiel** !
- La seconde loi de Newton ($F=ma$) met en relation l'accélération, la masse et les forces dans un **repère inertiel** !
- La force exercée par un objet sur un autre est opposée à celle exercée par l'autre corps sur lui-même. C'est le fameux principe : action-réaction :-)

Comment peut-on réduire son poids ?



FORCE
DE
GRAVITE

POIDS



"POIDS
APPARENT"



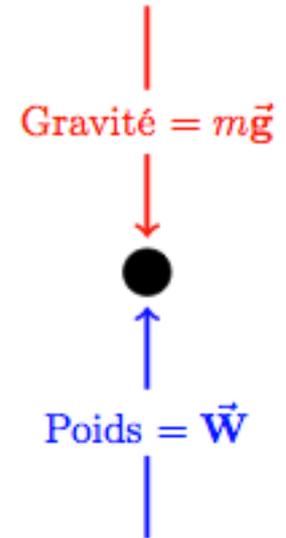
Scales were mounted inside commercial and residential elevators allowing riders to test this fact.



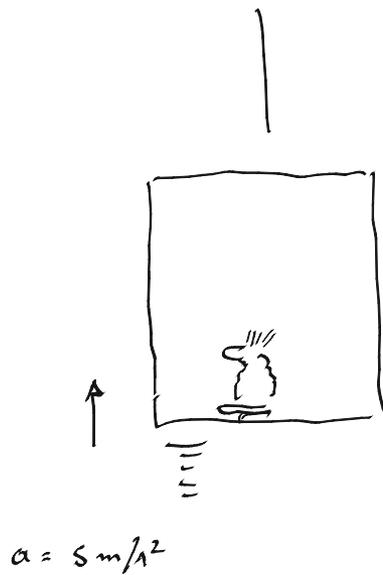
Le poids apparent est-ce la force de gravité ?

$$\underbrace{m \vec{a}}_{\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}} = m \vec{g} + \vec{W}$$

$m \begin{bmatrix} 0 \\ -10 \end{bmatrix}$ \vec{W} $\begin{bmatrix} 0 \\ -10m \end{bmatrix}$



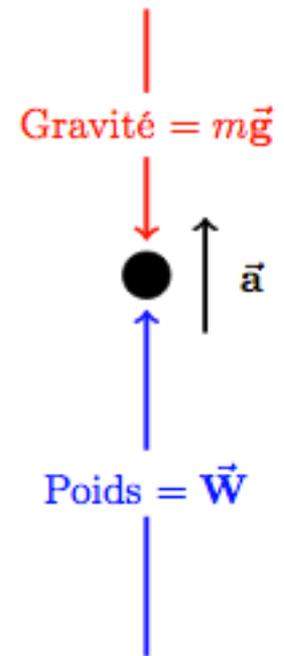
Mettons la balance
dans un ascenseur !

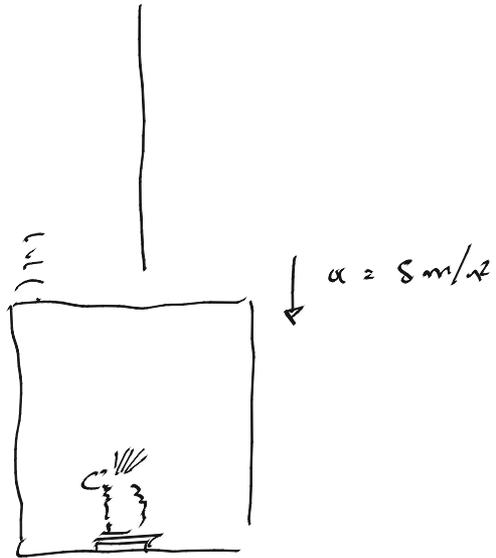


$$mg + ma = W - \cancel{mg} + \cancel{mg}$$

$$W = m(a + g)$$

80 5 10

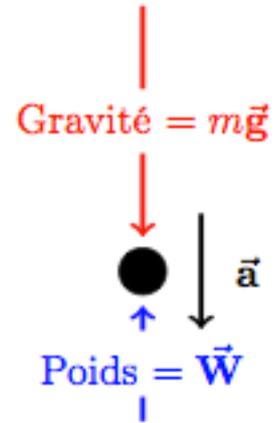


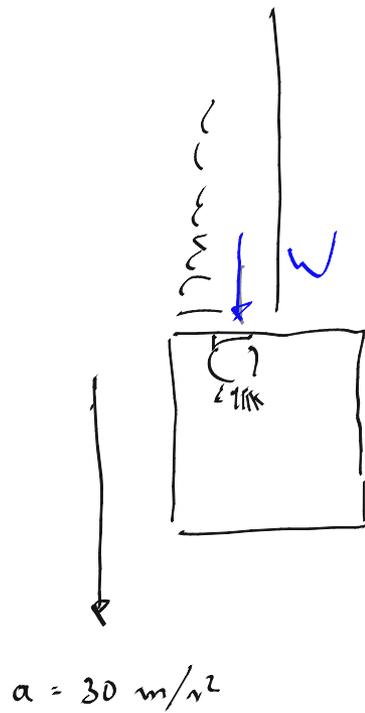


$$m a = m g - W$$

$$W = m (g - a)$$

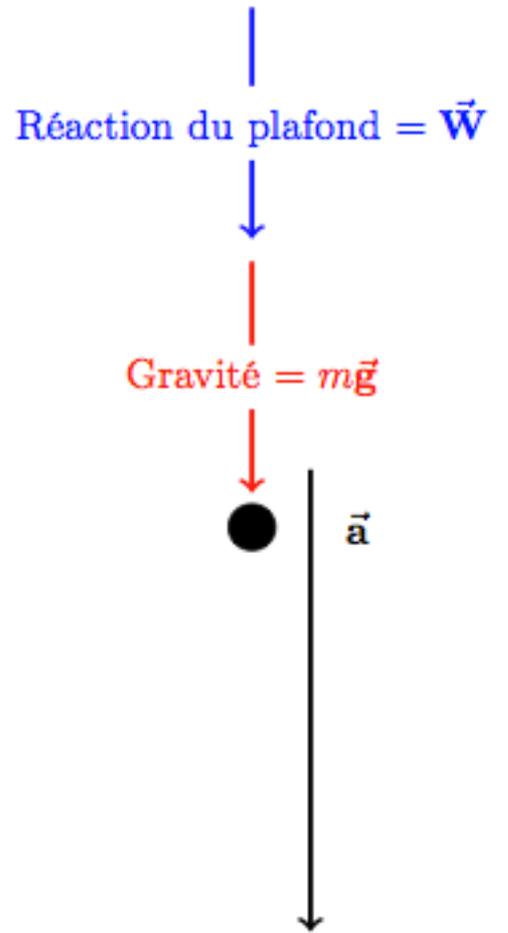
80
10
s

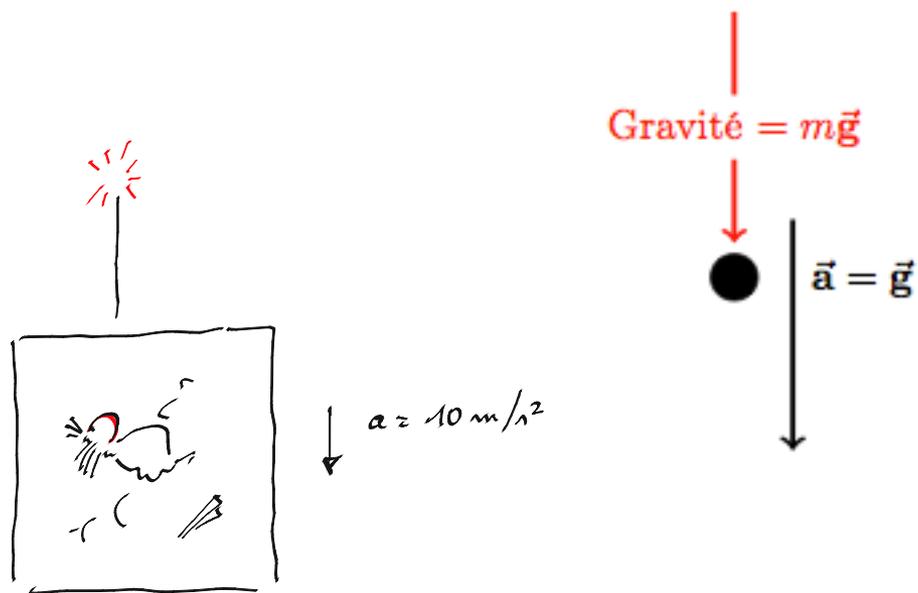




$$m a = m g + W$$

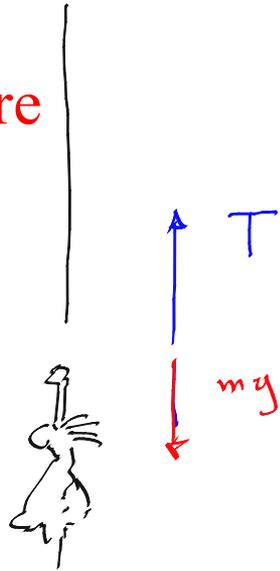
80 30 800 1600
 (under 80 and 30) (under 800) (under 1600)
 2400





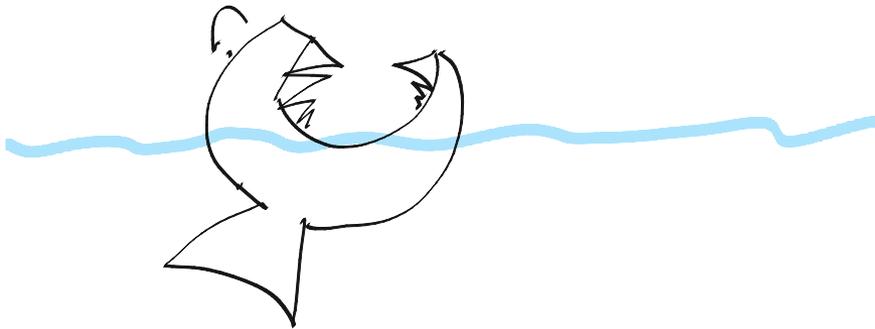
ma mg

La corde te tire
vers le haut !

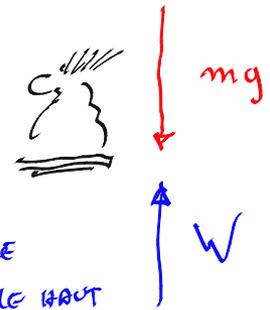


LA
CORDE
TIRE
VERS
LE HAUT

$$\underbrace{ma}_{=0} = T - mg$$



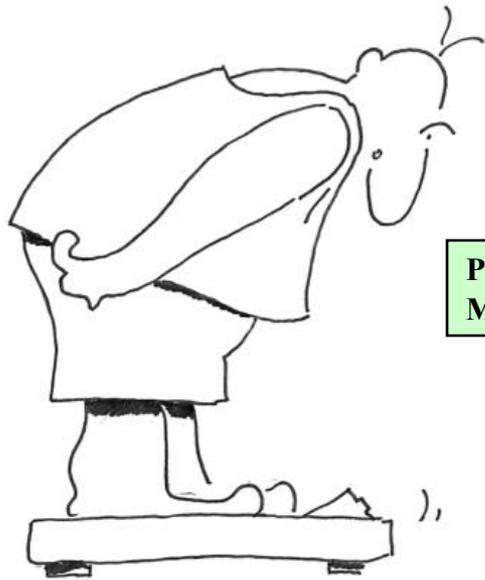
$$\underbrace{ma}_{=0} = W - mg$$



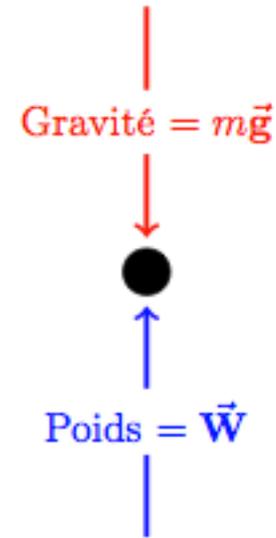
LA
BALANCE
POUSSE
VERS LE HAUT

La balance te pousse
vers le haut !

C'est quoi le poids apparent ?



Poids : $W = 700$ Newton
Masse : $m = 70$ kg



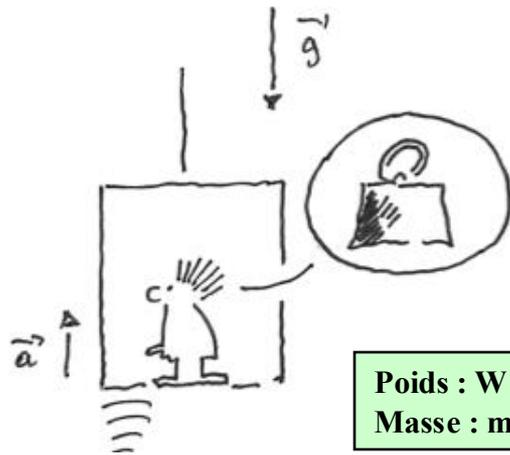
**Vous êtes sur votre balance !
Comme vous êtes immobile, la balance vous
pousse avec une force égale à la force de gravité !**

**C'est cette *force de la balance*
qui est mesurée comme votre *poids apparent* !**

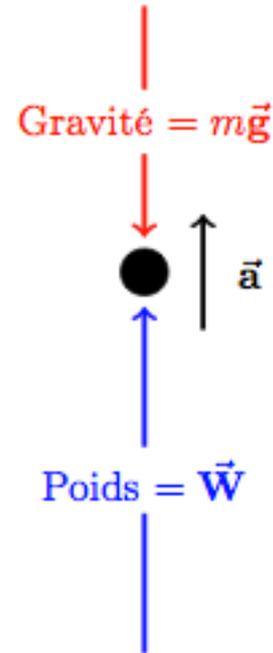
$$\cancel{m \vec{a}(t)} = \sum \vec{F}(t)$$

*Désormais, ce que nous appelons le poids,
c'est le poids apparent tel que défini dans le Benson !*

Mettons la balance dans un ascenseur !



Poids : $W = 1050$ Newton
Masse : $m = 70$ kg

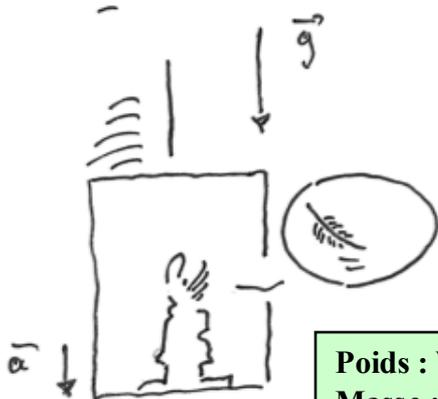


$$ma = W - mg$$
$$\downarrow$$
$$W = m(g + a)$$

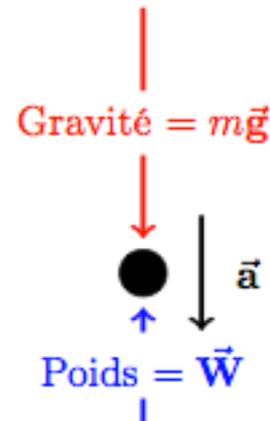
Le poids observé **sur la balance** est
augmenté de 50% !

Accélération vers le haut de l'ascenseur
 $a = 5 \text{ m/s}^2$

Mettons la balance dans un ascenseur !



Poids : $W = 350$ Newton
Masse : $m = 70$ kg

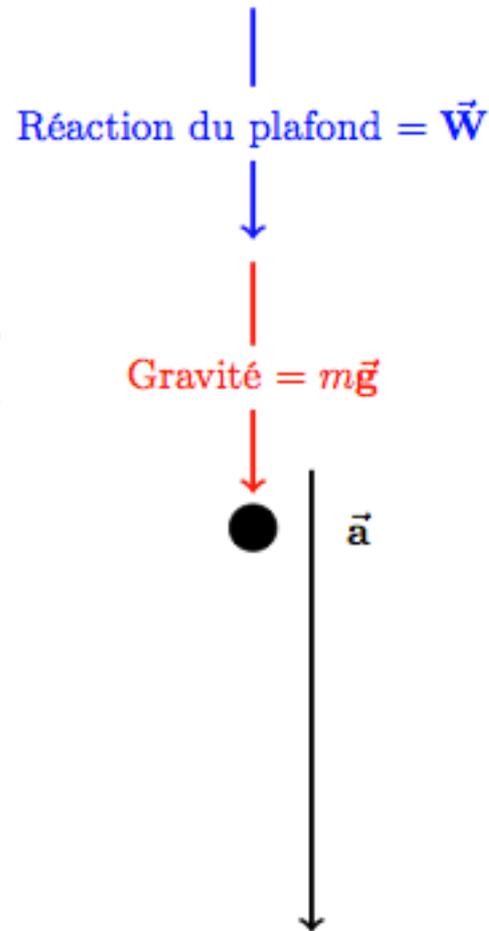
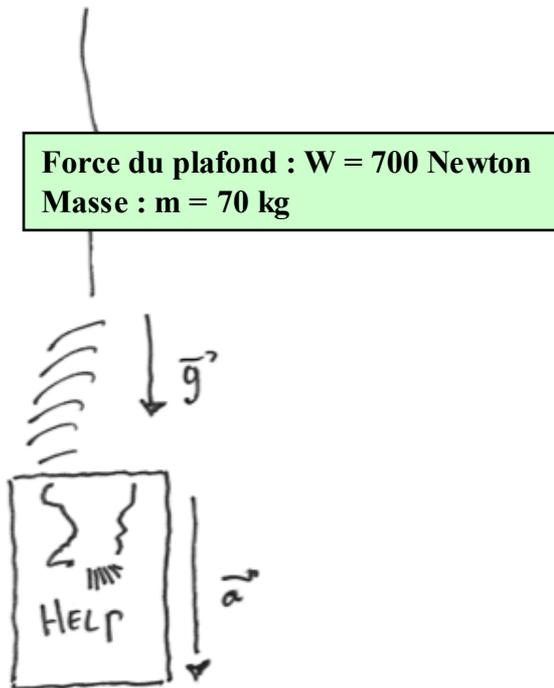


$$\begin{aligned} -ma &= W - mg \\ \downarrow \\ W &= m(g - a) \end{aligned}$$

Le poids observé **sur la balance** est maintenant diminué de 50% !

Accélération vers le bas de l'ascenseur
 $a = 5 \text{ m/s}^2$

Faut pas
exagérer
quand-même !

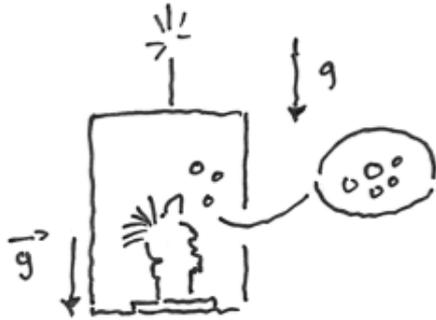


$$\begin{aligned} -ma &= -W - mg \\ \downarrow & \\ W &= m(a - g) \end{aligned}$$

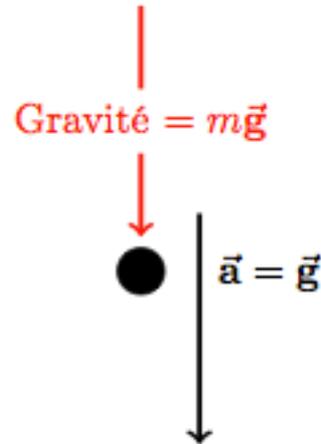
On est projeté sur le plafond de
l'ascenseur et la balance aussi !

Accélération vers le bas de l'ascenseur
 $a = 20 \text{ m/s}^2$

En chute libre !



Pas de poids apparent : $W = 0$ Newton !
Masse : $m = 70$ kg



$$\begin{array}{rcl} -mg & = & -W - mg \\ \downarrow & & \\ W & = & 0 \end{array}$$

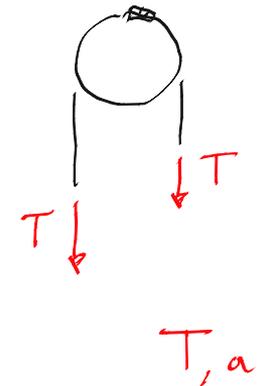
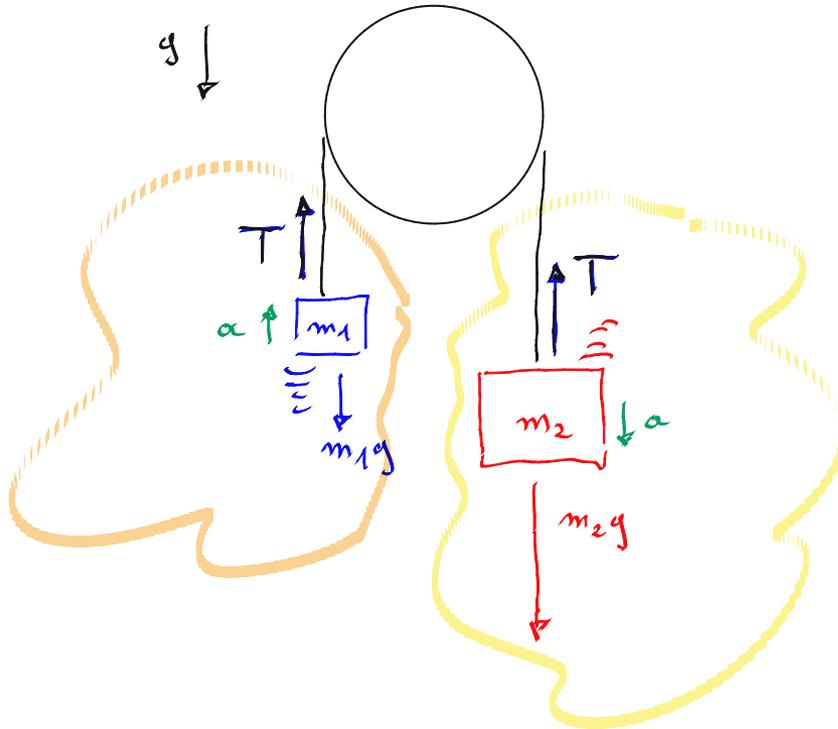
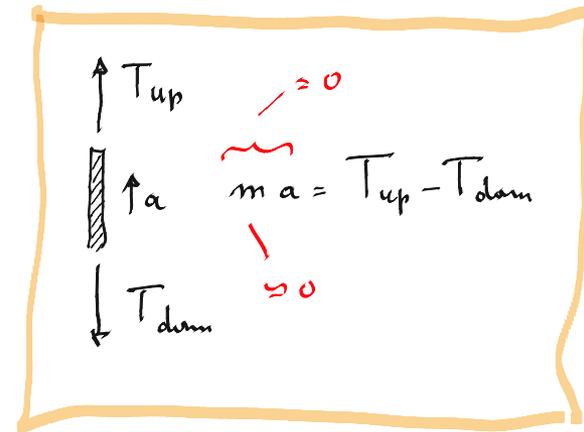
**Pas de poids en chute libre !
On flotte comme le capitaine !**

**Accélération vers le bas de l'ascenseur
 $a = 9.81$ m/s²**

Une poulie sans friction !

SUPPOSONS
UNE
CORDE
SANS MASSE

MAIS
LA MASSE
EST NEGLIGEABLE



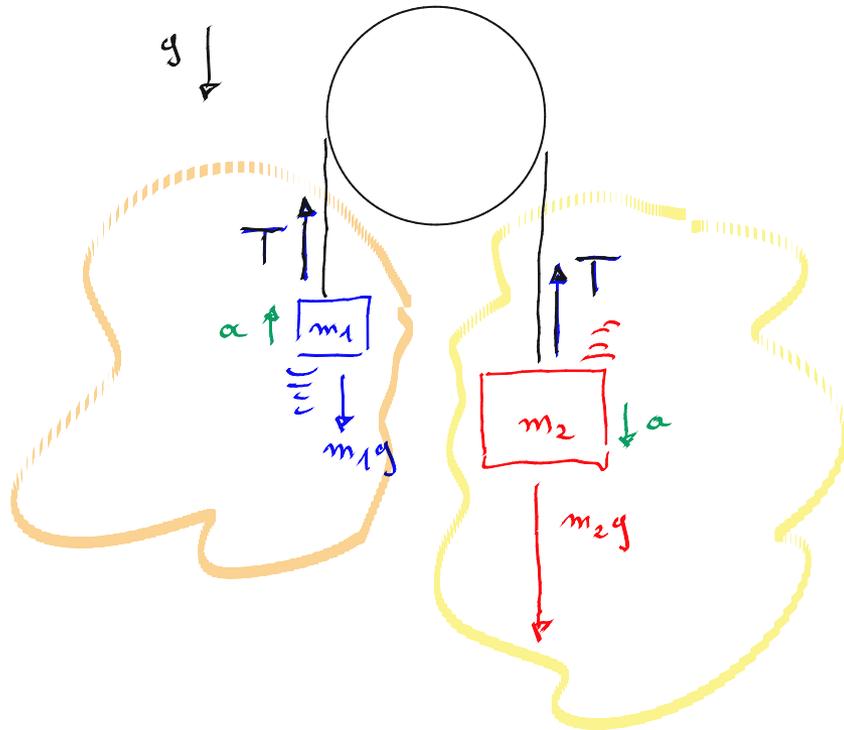
2 INCONNUES
2 EQUATIONS

$$m_1 a = T - m_1 g$$

$$m_2 a = m_2 g - T$$

2 équations

2 inconnues : a et T



$$\begin{cases} m_1 a = T - m_1 g \\ m_2 a = m_2 g - T \end{cases}$$

$$T = \underbrace{m_1 a + m_1 g}_{m_1(a+g)}$$

$$T = \underbrace{m_2 g - m_2 a}_{m_2(g-a)}$$

$$m_1(a+g) = m_2(g-a)$$

~~$-m_1 g$~~ ~~$+m_2 a$~~

$$(m_1 + m_2) a = (m_2 - m_1) g$$

$$m_1 a = T - m_1 g$$

$$m_2 a = m_2 g - T$$

$$a = g \frac{(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)}$$

2 équations

2 inconnues : a et T

$$\begin{cases} m_1 a = T - m_1 g \\ m_2 a = m_2 g - T \end{cases}$$

$$a = \frac{T}{m_1} - g$$

$$a = g - \frac{T}{m_2}$$

$$a = g \frac{(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)}$$

$$T = \frac{2g m_1 m_2}{m_2 + m_1}$$

$$g - \frac{T}{m_2} = \frac{T}{m_1} - g$$

$$2g = \frac{T}{m_1} + \frac{T}{m_2}$$

$$2g = T \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)$$

$$\frac{m_2 + m_1}{m_1 m_2}$$

$$T = \frac{2g m_1 m_2}{m_2 + m_1}$$

Et l'algèbre !

$$a = g \frac{(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)}$$

$$T = \frac{2g m_1 m_2}{m_2 + m_1}$$

$$m_1 \frac{g(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)} = T - m_1 g$$

$$m_1 \frac{g(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)} + m_1 g = T$$
$$\frac{m_1(m_1 + m_2)}{(m_1 + m_2)}$$

$$\frac{g}{(m_1 + m_2)} \left[(m_2 - m_1) m_1 + m_1 (m_1 + m_2) \right] = T$$

$$m_2 m_1 - \cancel{m_1^2} + \cancel{m_1^2} + m_1 m_2$$

$$= 2 m_1 m_2$$

IT WORKS!

Et enfin, les valeurs numériques !

$$a = g \frac{(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)}$$

$$T = \frac{2g m_1 m_2}{m_2 + m_1}$$

$$m_1 g < T < m_2 g$$

$$m_1 = 1.1 \text{ kg}$$

$$m_2 = 1.25 \text{ kg}$$

$$a = g \frac{0.15}{2.35} = \frac{15}{235} g \approx \frac{1}{16} g$$

$$T = 1,17 \text{ g}$$

$$m_1 = m_2 = m$$

$$a = 0$$

$$T = mg$$

$$m_2 \gg m_1$$

$$m_1 \approx 0$$

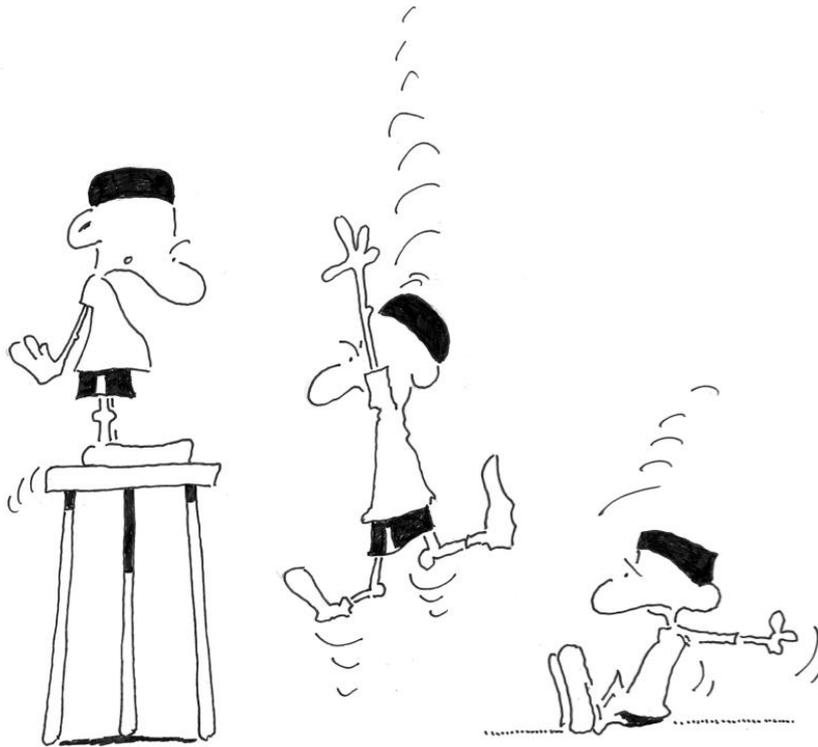
$$a \rightarrow g$$

$$T \rightarrow 0$$



Sautons
du tabouret !

Deux étapes distinctes dans ce saut !



Chute libre !

Puis, on freine en pliant les genoux !

Est-il important de plier les genoux ?

Le saut du tabouret !

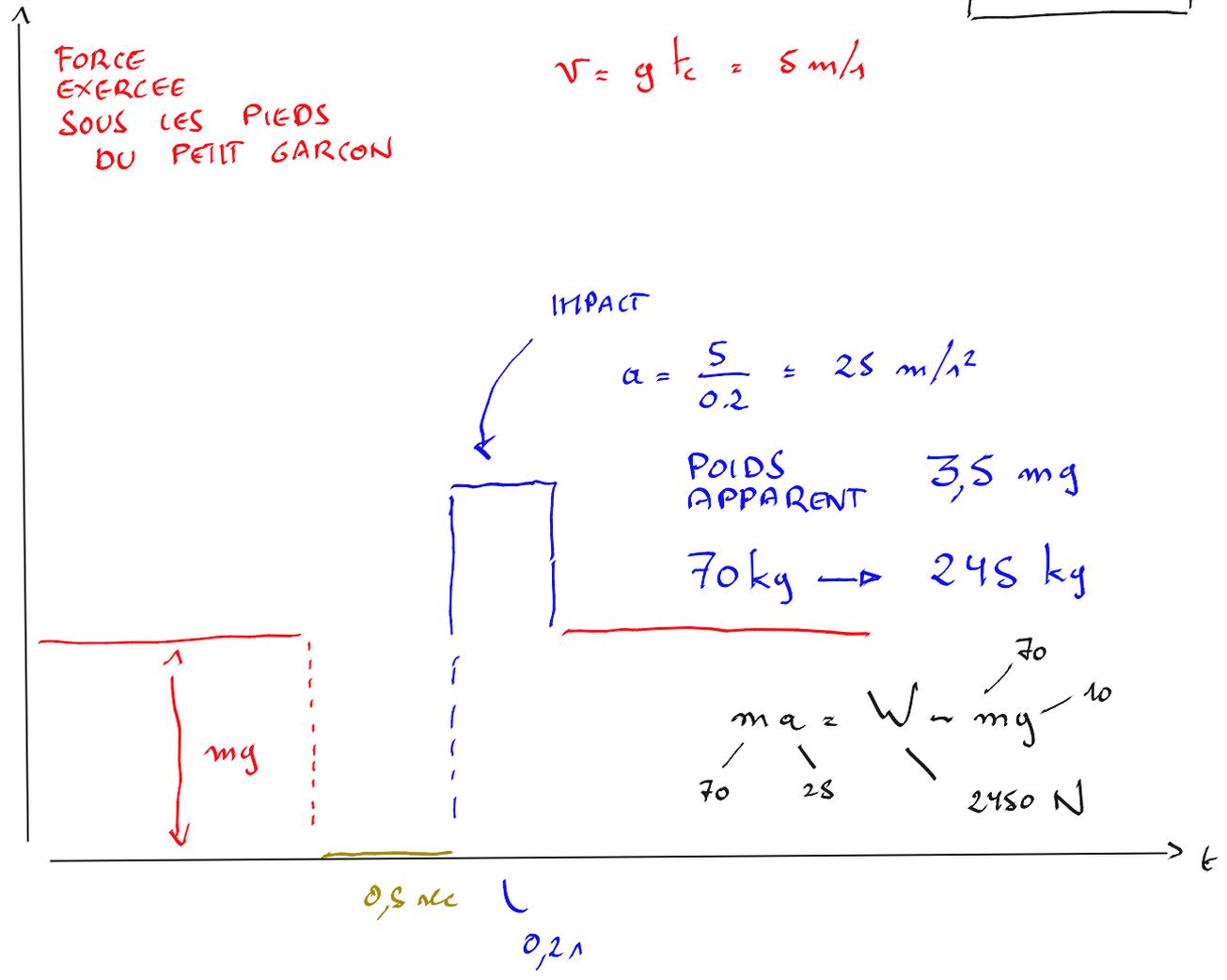
$$h = 1,28 \text{ m}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,28}{10}} = \sqrt{\frac{256}{100}} = \frac{16}{10}$$

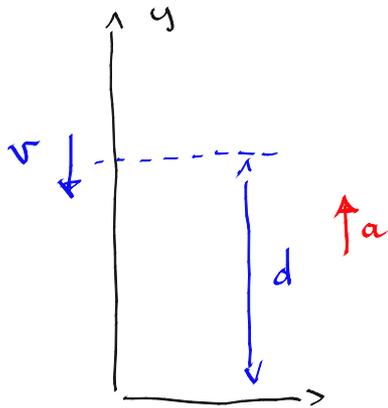
$$t_c = 0,5 \text{ sec}$$

$$v = g t_c = 5 \text{ m/s}$$

FORCE EXERCEE SOUS LES PIEDS DU PETIT GARCON



On plie les genoux !



$t = 0$	$t = t_d$
$y(0) = d$	$y(t_d) = 0$
$y'(0) = -\sqrt{2hg}$	$y'(t_d) = 0$
$y''(0) = a$	$y''(t_d) = a$

$$0 = -\sqrt{2hg} + at_d$$

$$t_d = \frac{\sqrt{2hg}}{a}$$

$$\overset{=0}{y(t_d)} = d - \sqrt{2hg}t + \frac{a}{2}t^2$$

$$= d - \underbrace{\sqrt{2hg} \frac{\sqrt{2hg}}{a}}_{\frac{2hg}{a}} + \frac{a}{2} \underbrace{\frac{2hg}{a^2}}_{\frac{hg}{a}}$$

$$0 = d - \frac{hg}{a}$$

$$a = \frac{hg}{d}$$



$$\begin{aligned}y(0) &= h \\v(0) &= 0 \\a(0) &= -g\end{aligned}$$

$$y(t) = h - g\frac{t^2}{2}$$

En imposant que $y(t_c) = 0$

$$t_c = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$\begin{aligned}y(t_c) &= 0 \\v(t_c) &= -gt_c = -\sqrt{2hg} \\a(t_c) &= -g\end{aligned}$$

Chute libre

Calcul du temps de chute libre !
Ce temps est indépendant de la masse !

Calcul du temps de décélération !
C'est indépendant de la masse !

Pour la facilité, on a remis le chrono a zéro

$$\begin{aligned}y(0) &= d \\v(0) &= -\sqrt{2hg} \\a(0) &= a\end{aligned}$$

$$y(t) = d - \sqrt{2hg} t + a \frac{t^2}{2}$$

$$v(t) = -\sqrt{2hg} + a t$$



En imposant que $v(t_d) = 0$

$$t_d = \frac{\sqrt{2hg}}{a}$$

$$\begin{aligned}y(t_d) &= 0 \\v(t_d) &= 0 \\a(t_d) &= a\end{aligned}$$

On ralentit
en pliant
les genoux !



Calcul du temps de décélération !
Et ensuite, calcul de la décélération !
C'est aussi indépendant de la masse !

$$\begin{aligned}y(0) &= d \\v(0) &= -\sqrt{2hg} \\a(0) &= a\end{aligned}$$

$$y(t) = d - \sqrt{2hg} t + a \frac{t^2}{2}$$

En imposant que $y(t_d) = 0$

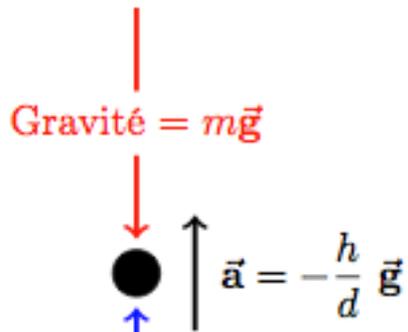
$$0 = d - \frac{2hg}{a} + \frac{hg}{a}$$

$$a = \frac{hg}{d}$$

On ralentit
en pliant
les genoux !

$$\begin{aligned}y(t_d) &= 0 \\v(t_d) &= 0 \\a(t_d) &= a\end{aligned}$$





Force exercée à la base du torse = \vec{F}

$$m \frac{hg}{d} = F - mg$$

$$F = m \left(\frac{d+h}{d} \right) g$$

$$h = 1,25 \text{ m} \quad m = 40 \text{ kg}$$

$$d = 0,3$$

$$F = 1733 \text{ N}$$

$$d = 0,01$$

$$F = 10400 \text{ N}$$

Réaction
lors de la réception !



Zero-gravity Experiments



Zero-gravity Experiment !

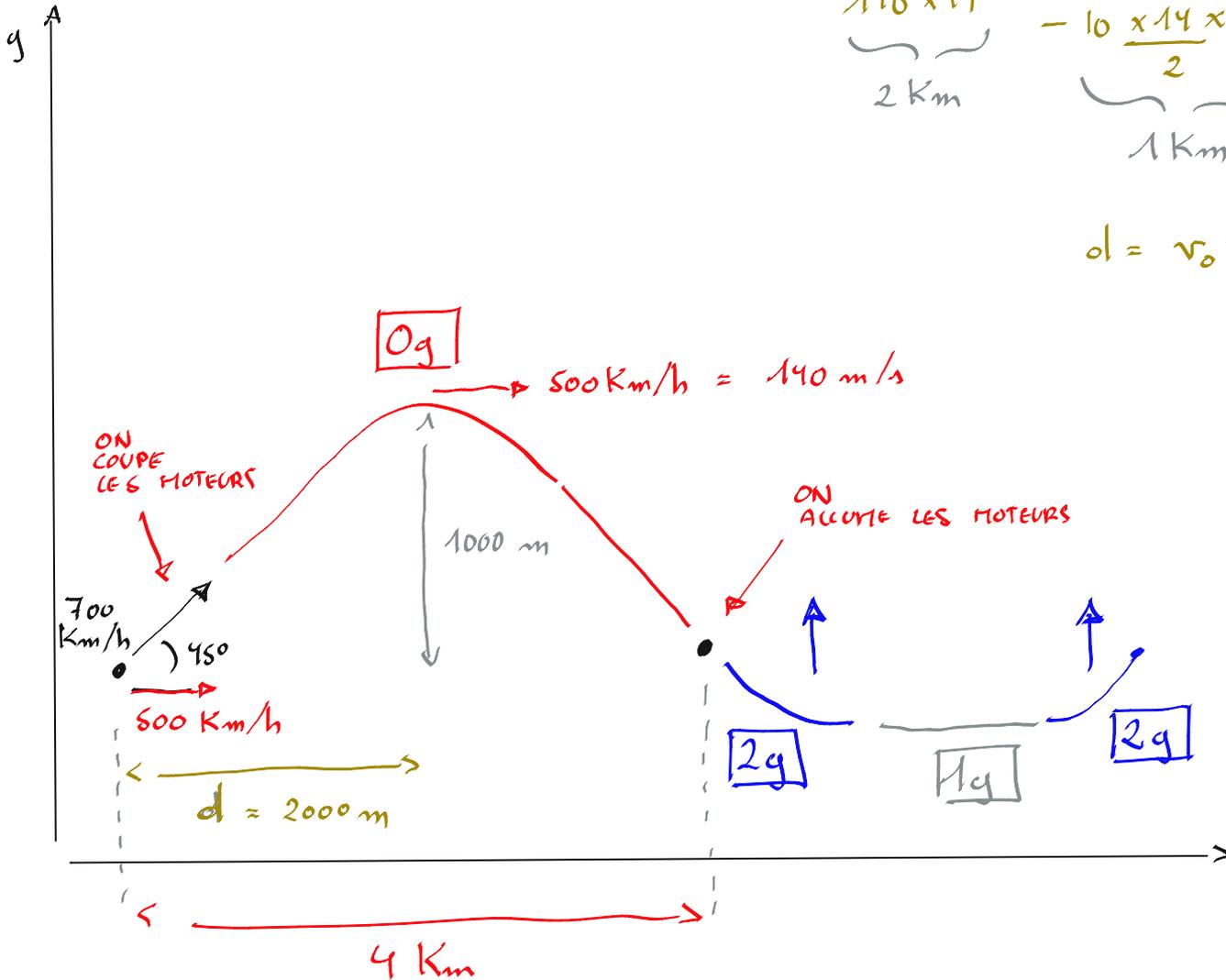
$$g t = 140 \quad \left\{ \begin{array}{l} 10 \\ 14 \text{ sec} \end{array} \right.$$

$$h = v_0 t - \frac{g t^2}{2} \quad \approx 1 \text{ Km}$$

$$\frac{140 \times 14}{2} - \frac{10 \times 14 \times 14}{2}$$

2 Km 1 Km

$$d = v_0 t$$



$$\frac{d\vec{x}}{dt}(t) = \vec{v}(t)$$

$$\frac{d\vec{v}}{dt}(t) = \vec{a}(t)$$

$$m \vec{a}(t) = \sum \vec{F}(t)$$



Ne pas
oublier !

- En chute libre, on observe la force de gravité, mais **pas de poids apparent** !
- Une accélération opposée à la gravité augmente le poids apparent !
- Une accélération dans le sens de la gravité diminue le poids apparent !

