

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

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

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

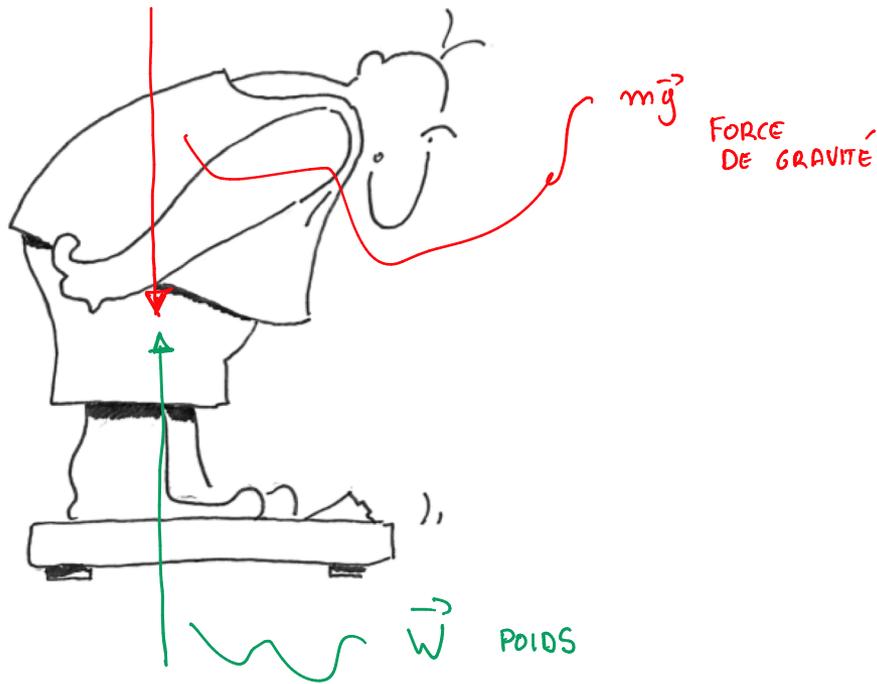
Les 3 lois de Newton !



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 l'opposée de celle exercée par l'autre corps sur lui-même. C'est le fameux principe : action-réaction :-)

Comment peut-on réduire son poids ?



Scales were mounted inside commercial and residential structures allowing users to test this fact.



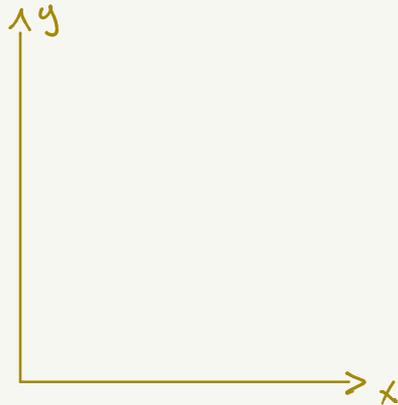
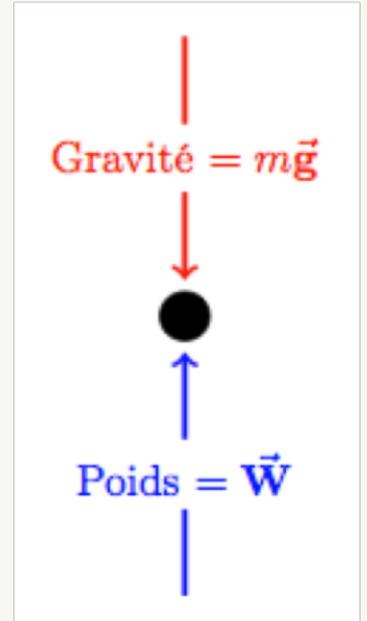


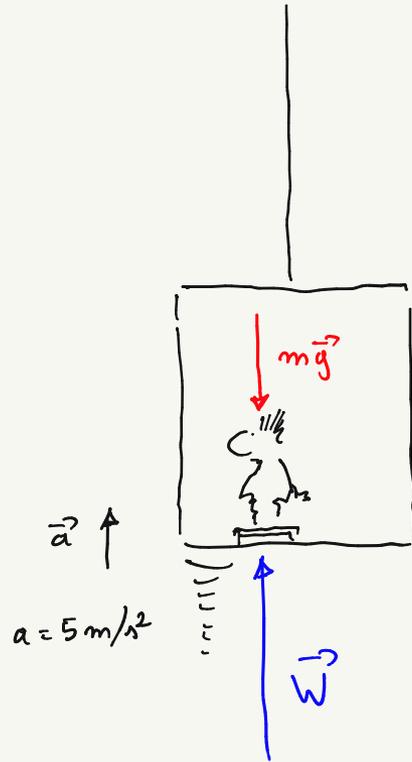
POIDS APPARENT

.... FORCE DE GRAVITÉ ?

$$m \vec{a} = m \vec{g} + \vec{W}$$

$m \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad m \begin{bmatrix} 0 \\ -10 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 0 \\ 10m \end{bmatrix}$



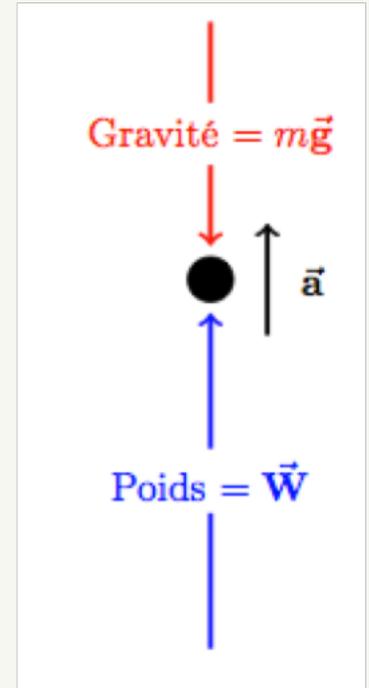


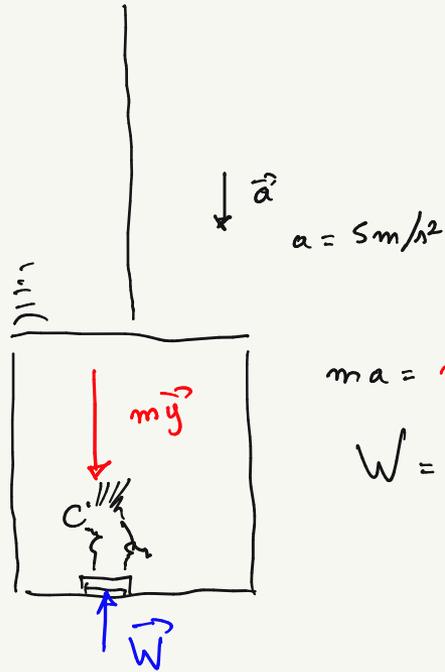
$$m a = W - mg$$

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

\swarrow \searrow
 5 15

LE POIDS
A AUGMENTE DE 50%

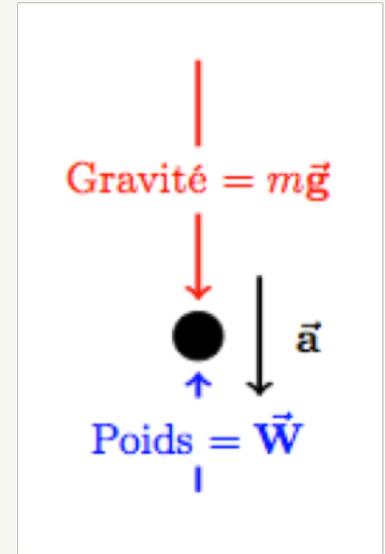




$$ma = mg - W$$

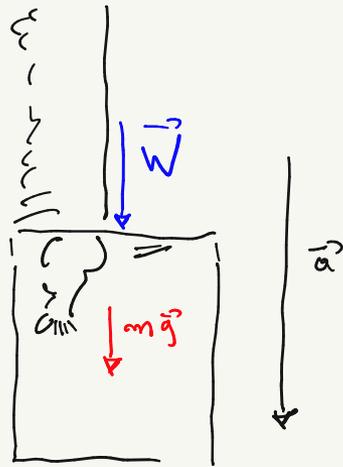
$$W = m(g - a)$$

\swarrow \searrow
 10 5



LE POIDS
 A DIMINUÉ
 DE 50%

ICI
LE DESSIN
EST
CORRECT



$$ma = mg + W$$

$$m = 40 \text{ kg}$$

ICI
IL FAUDRAIT
ADAPTER
LE DESSIN

Réaction du plafond = \vec{W}

Gravité = $m\vec{g}$

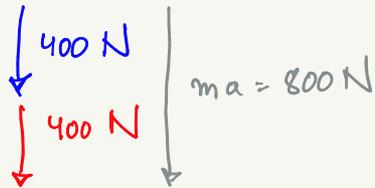


$$a = 20 \text{ m/s}^2$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

$$800 - 400 = W$$

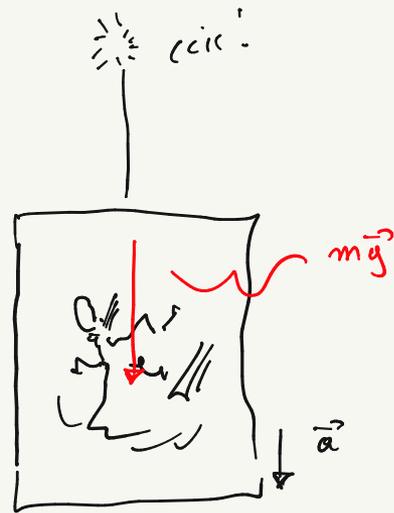
$$W = 400 \text{ Newton}$$



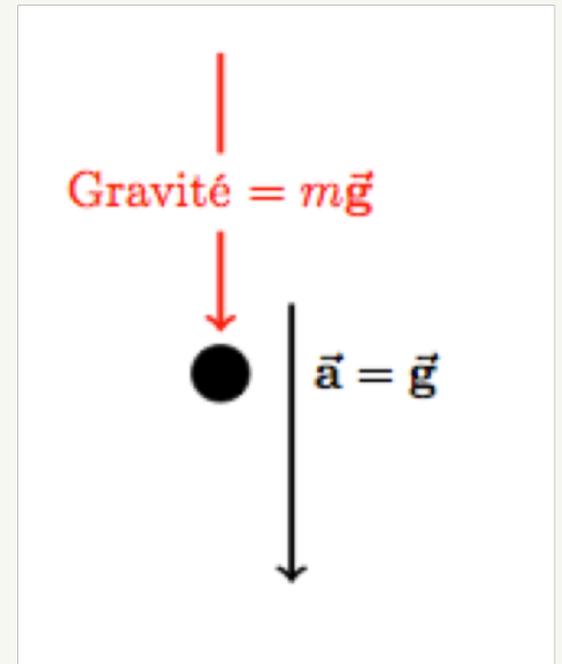
$$200 - 400 = W$$

$$W = -200 \text{ N}$$

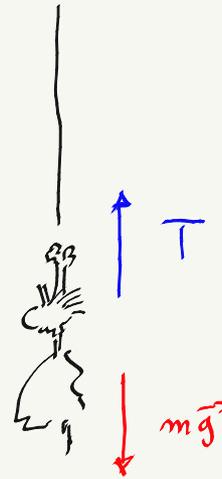




$$m\vec{y} = m\vec{a}$$



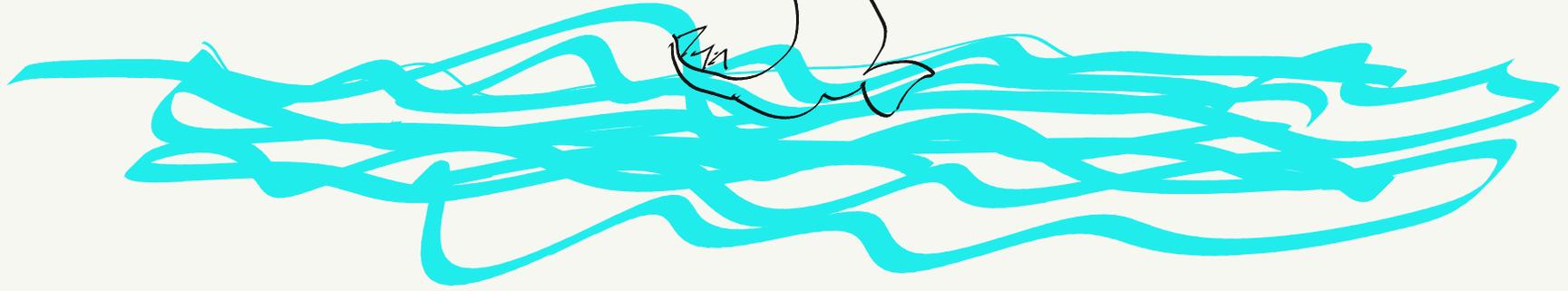
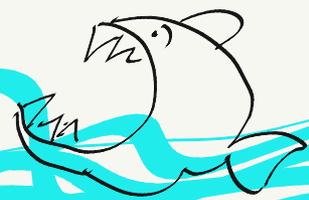
LA CORDE
VOUS TIRE
VERS LE HAUT



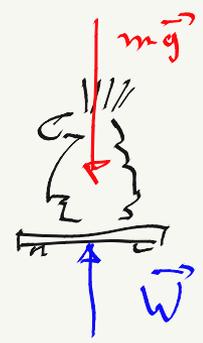
$$m a = T - m g$$

$= 0$

$$m \vec{a} = \vec{T} + m \vec{g}$$
$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ T \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -m g \end{bmatrix}$$



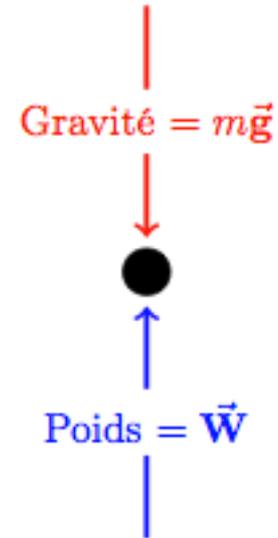
LA
BACANCE
VOUS
POUSSE
VERS LE
HAUT



C'est quoi le poids apparent ?



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



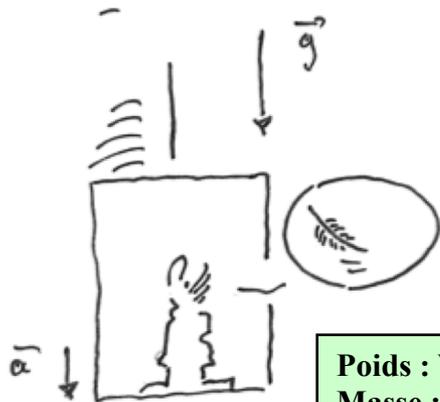
**Vous êtes sur votre balance !
Comme vous êtes immobile, la balance vous
pousse avec une force égale à la force de gravité !**

**C'est cette *force de la balance*
que nous mesurons comme votre *poids apparent* !**

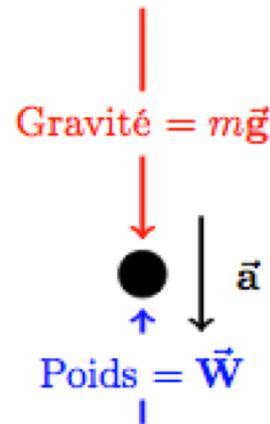
$$\cancel{m \vec{a}(t)} = \sum \vec{F}(t)$$

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

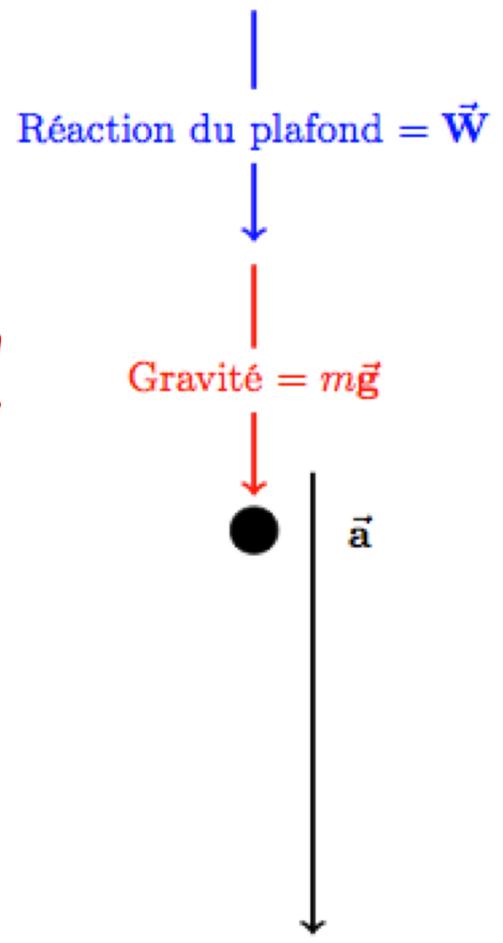
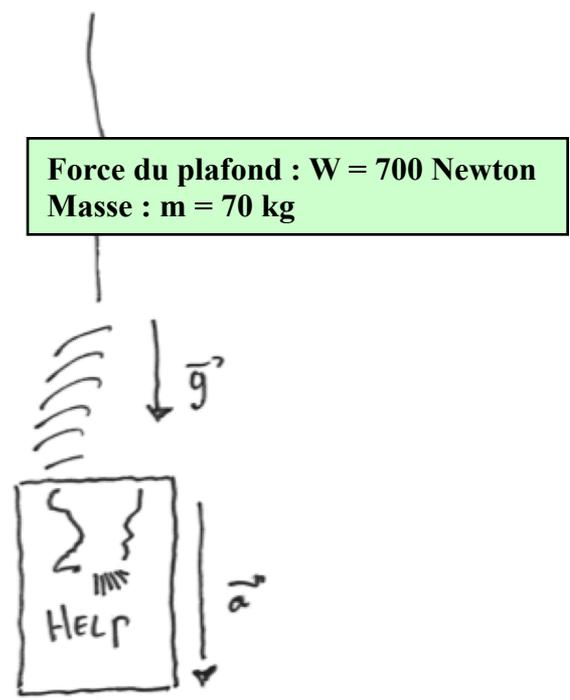


$$\begin{aligned} -ma &= W - mg \\ &\downarrow \\ W &= m(g - a) \end{aligned}$$

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 !

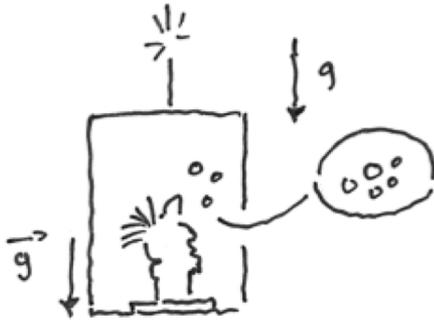


$$\begin{aligned} -ma &= -W - mg \\ \downarrow & \\ W &= m(a - g) \end{aligned}$$

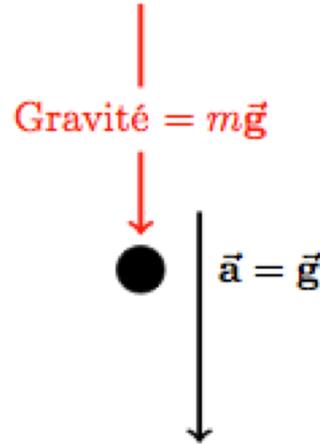
On est projeté sur le plafond de l'ascenseur et la balance aussi !

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



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

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

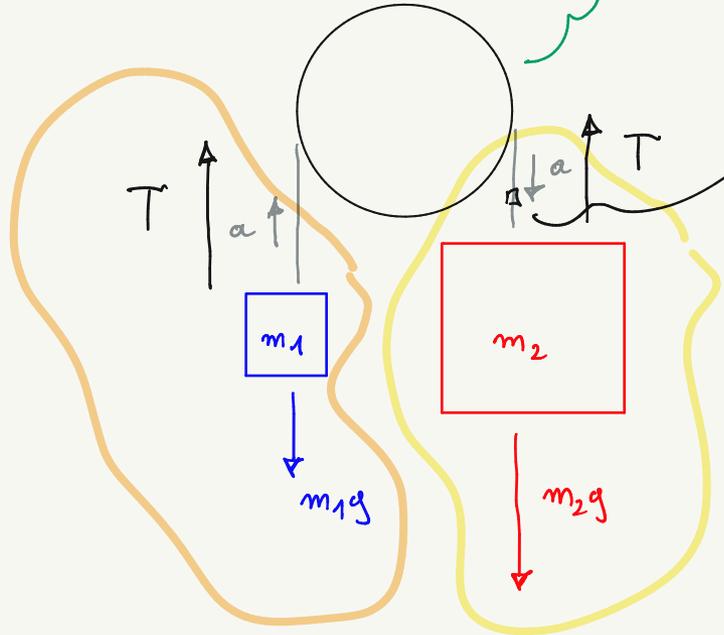
**Accélération vers le bas de l'ascenseur
 $a = 9.81 \text{ m/s}^2$**

2

POULIE SANS FRICTION

SUPPOSONS UNE CORDE SANS MASSE :-)

LA MASSE DE LA CORDE EST NEGLIGEABLE...



$$m_1 a = T - m_1 g$$

$$m_2 a = m_2 g - T$$

> 0

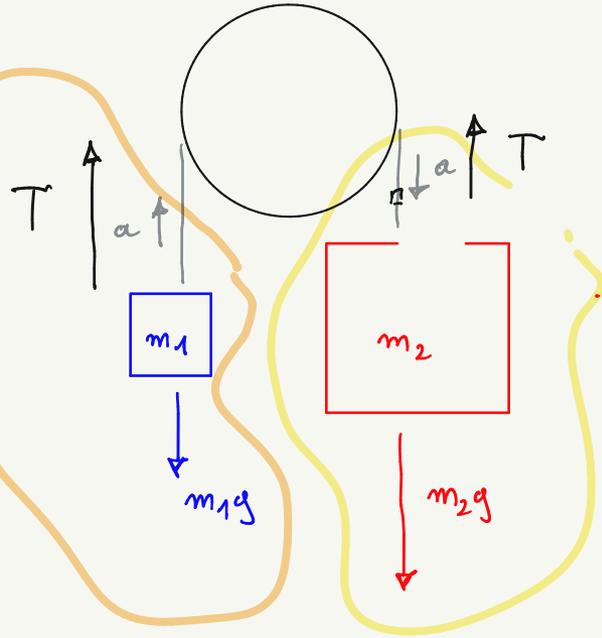
$$m a = T_{down} - T_{up}$$

$= 0 :-)$

2 EQUATIONS
2 INCONNUES a, T

2 EQUATIONS
2 INCONNUES

a, T



$$m_2 a = m_2 g - T \longrightarrow T = \underbrace{m_2 g - m_2 a}_{m_2(g-a)}$$
$$m_1 a = T - m_1 g$$

$$T = m_1(a+g)$$

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

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

2 EQUATIONS
2 INCONNUES

a, T

$$m_2 a = m_2 g - T$$

$$m_1 a = T - m_1 g$$

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

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

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

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

$$\left(\frac{m_2}{m_1 m_2} + \frac{m_1}{m_1 m_2} \right)$$

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

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

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

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

$$m_2 a = m_2 g - T$$

$$m_1 a = T - m_1 g$$

$$m_2 g \frac{(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)} = \underbrace{m_2 g}_{\frac{m_2 g (m_1 + m_2)}{(m_1 + m_2)}} - \frac{2g m_2 m_1}{(m_1 + m_2)}$$

IT WORKS !

$$m_2 g (m_2 - m_1)$$

$$= \frac{\cancel{g m_2 m_1} + \overbrace{g m_2 m_2}^{m_2 g (m_2 - m_1)} - \cancel{2g m_2 m_1}}{(m_1 + m_2)}$$

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

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

$$m_1 = m_2 = m$$

$$a = 0$$

$$T = mg$$

$$m_1 g < T < m_2 g$$

$$m_1 = 1,1 \text{ kg}$$

$$m_2 = 1,28 \text{ kg}$$

$$a = \frac{0,18}{2,38} g = \frac{18}{238} g = \frac{1}{16} g$$

$$T = 1,17 g$$

$$m_2 \gg m_1$$

$$m_1 \approx 0$$

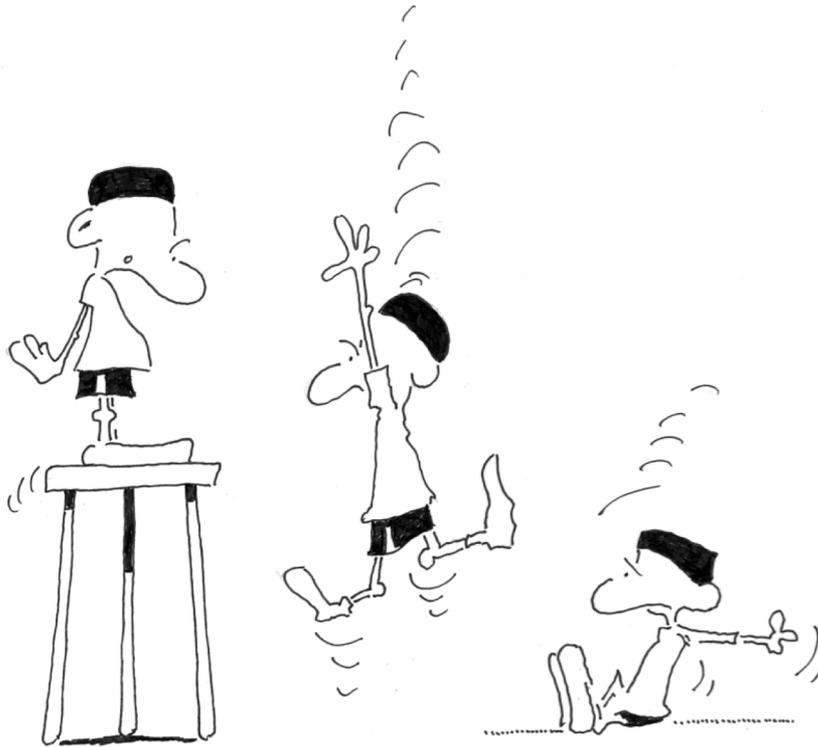
$$a \rightarrow g$$

$$T \rightarrow 0$$



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 ?

3

SAUTONS DU TABOURET !

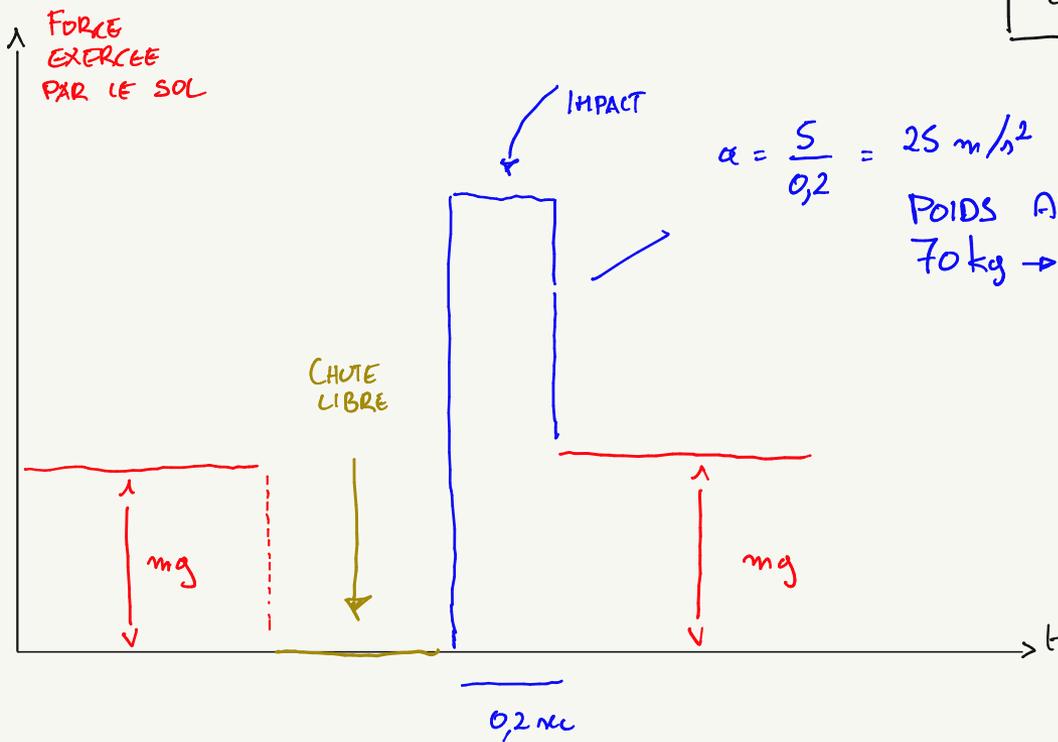
$$h = 1,25 \text{ m}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2,5}{10}} = \sqrt{\frac{25}{100}} = \frac{5}{10}$$

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

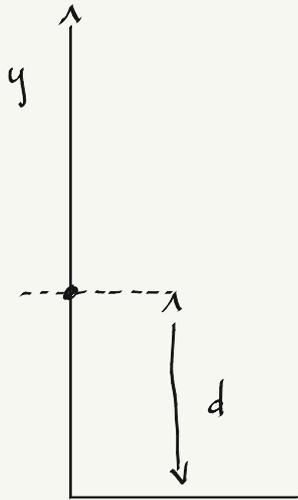
$$a = \frac{5}{0,2} = 25 \text{ m/s}^2$$

POIDS APPARENT 3,5g
70 kg → 245 kg



$$v = g t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 5 \text{ m/s}$$

$\begin{matrix} / & \backslash \\ 2,5 & 10 \end{matrix}$



$$\begin{aligned}
 t=0 \\
 y(0) &= d \\
 y'(0) &= -\sqrt{2hg} \\
 y''(0) &= a
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t=t_d \\
 y(t) &= 0 \\
 y'(t) &= 0 \\
 y''(t) &= a
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sqrt{2hg} &= at \\
 t_d &= \frac{\sqrt{2hg}}{a}
 \end{aligned}$$

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

= 0

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

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

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





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

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

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 $y(t_d) = 0$

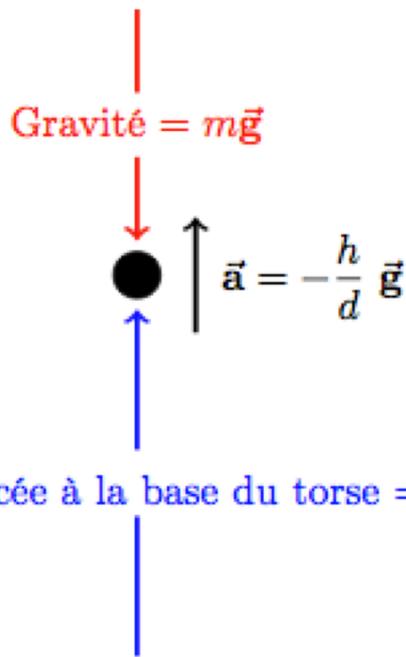
$$0 = d - \frac{2hg}{a} + \frac{hg}{a}$$

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

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

On ralentit
en pliant
les genoux !





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

$$ma = F - mg$$

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

$h = 1$
 $d = 0,3$
 $F = 1733 \text{ Newton}$

$$F = m \frac{hg}{d} + mg = mg \left(\frac{h}{d} + 1 \right)$$

$$= mg \left(\frac{h+d}{d} \right)$$

$d = 0,01 \text{ m}$
 $F = 10400 \text{ Newton !}$

40 kg 10 m/s^2 $h = 1 \text{ m}$
 $d = 0,3 \text{ m}$

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

$$\downarrow$$

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



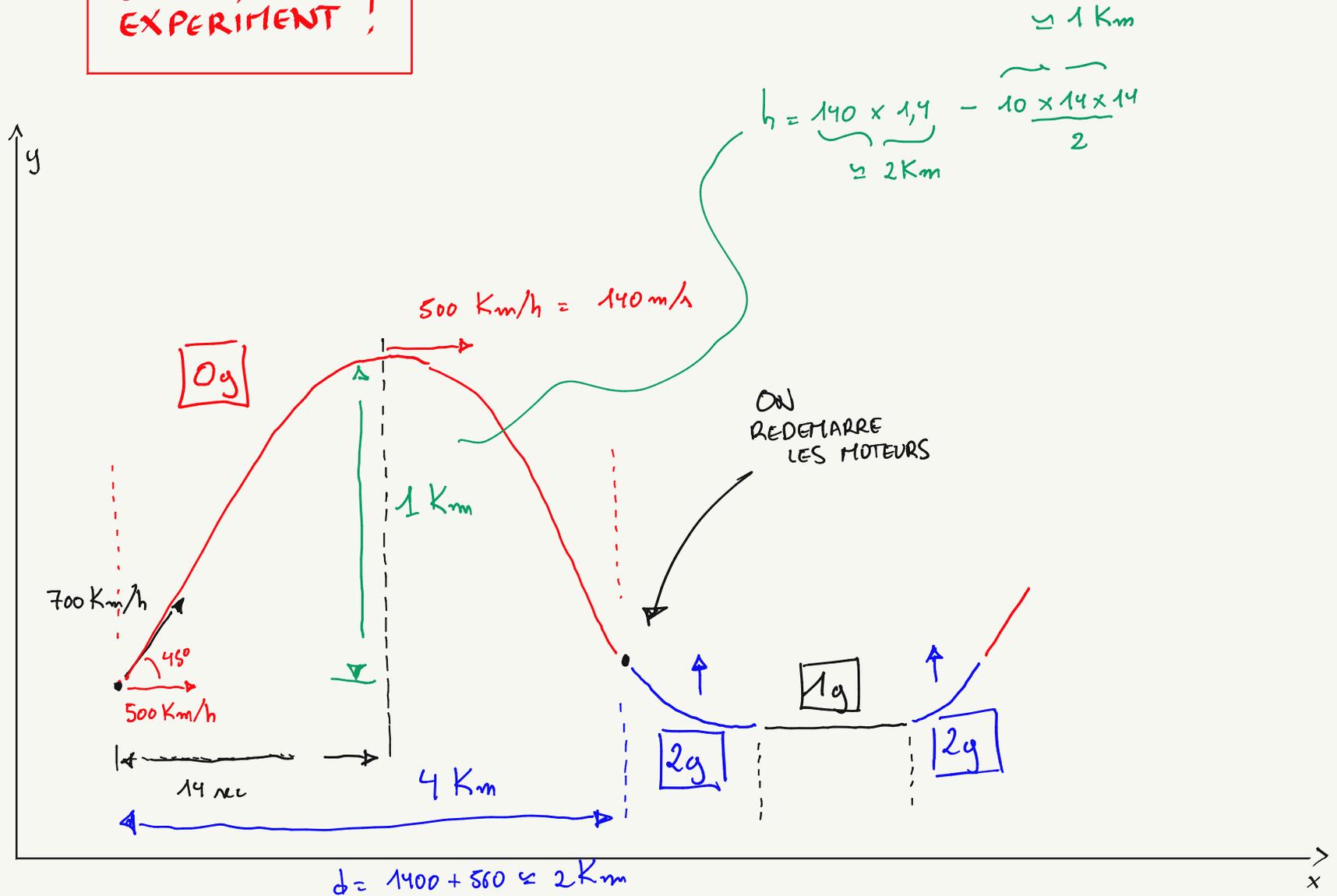
**Réaction
lors de la réception !**

Zero-gravity Experiments



4

ZERO GRAVITY EXPERIMENT !



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

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

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



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 !