

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

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

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

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

Comment peut-on réduire son poids ?



$m\vec{g}$

FORCE
DE
GRAVITÉ

"POIDS"



POIDS



"POIDS
APPARENT"



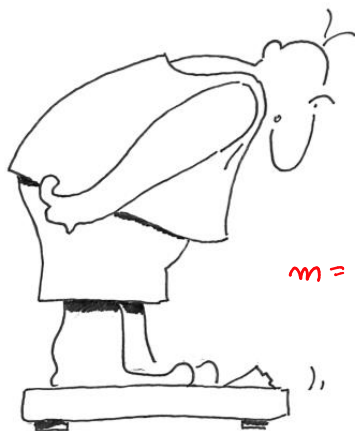
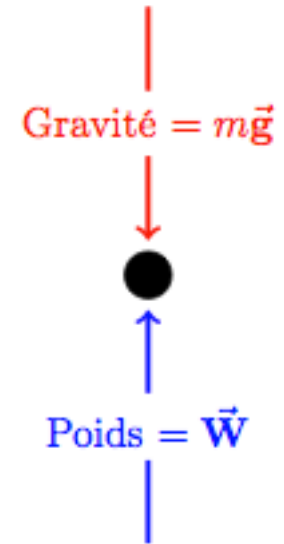
Le poids apparent
est-ce la force de gravité ?

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

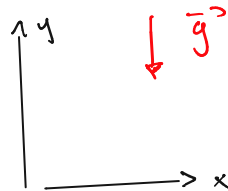
$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} = m \begin{bmatrix} 0 \\ -g \end{bmatrix} + \vec{W}$

$\begin{bmatrix} 0 \\ 10 \text{ m} \end{bmatrix}$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

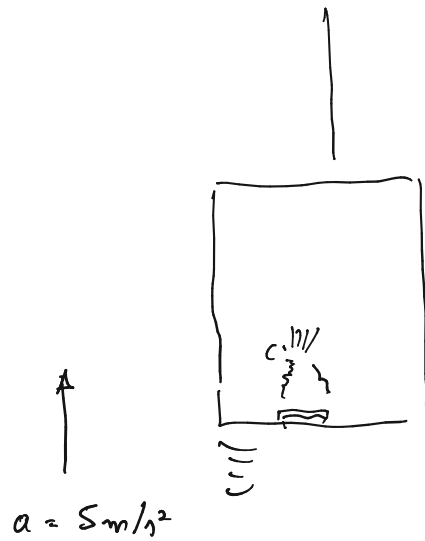


$$m = 80 \text{ kg}$$



$$mg = W$$

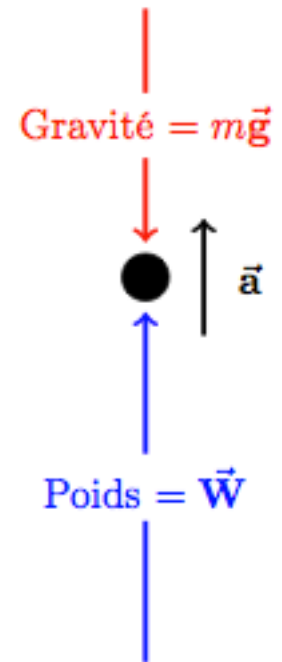
Mettons la balance
dans un ascenseur !

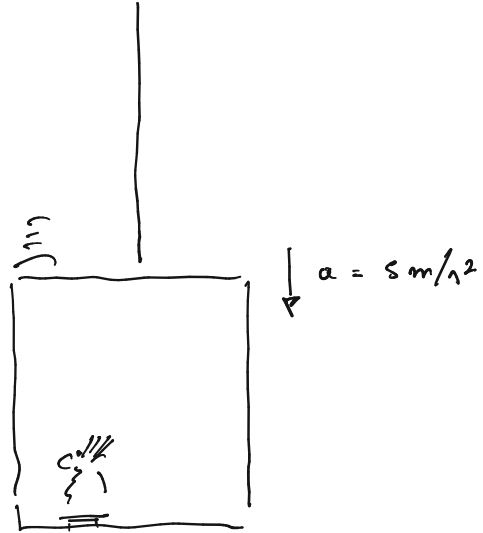


$$ma = W - mg$$

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

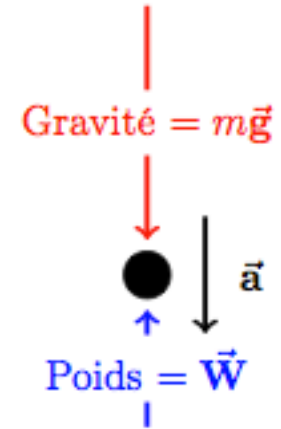
$\swarrow \quad \quad \searrow$
 $80 \quad \quad = 5 \quad \quad 10$

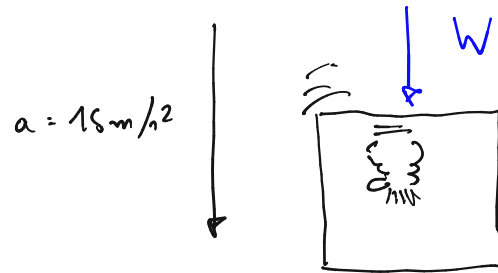




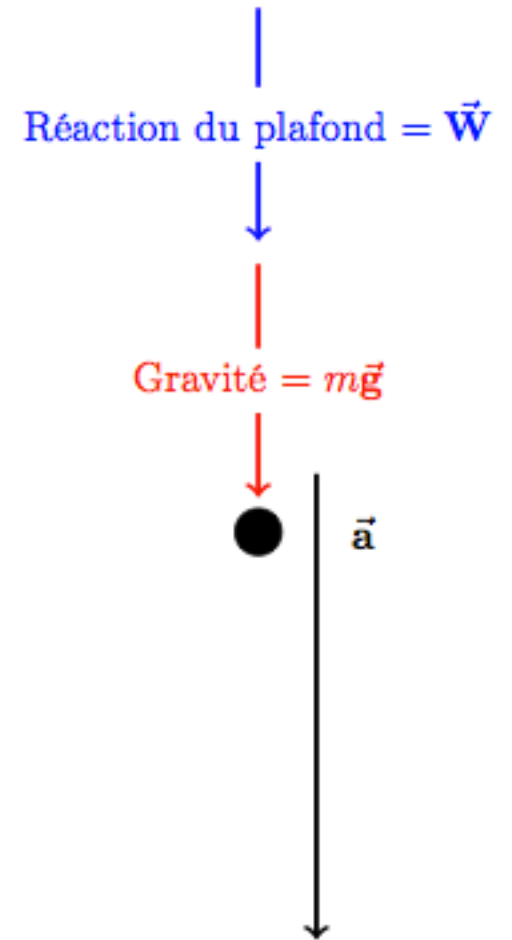
$$\overset{400}{\underbrace{m a}} = \overset{800}{\underbrace{m g}} - \overset{400}{\underbrace{W}}$$

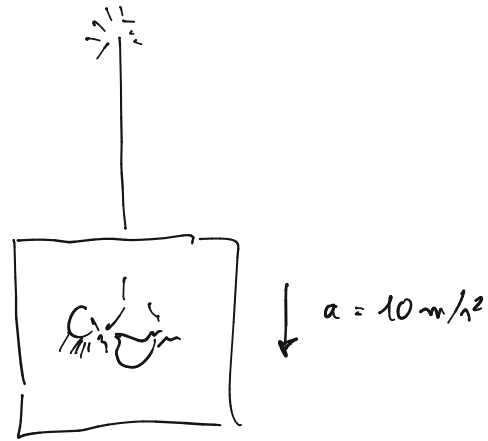
$$W = m \left(\underset{10}{g} - \underset{5}{a} \right)$$



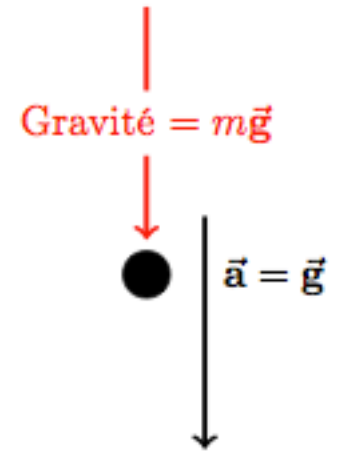


$$m a = m g + W$$

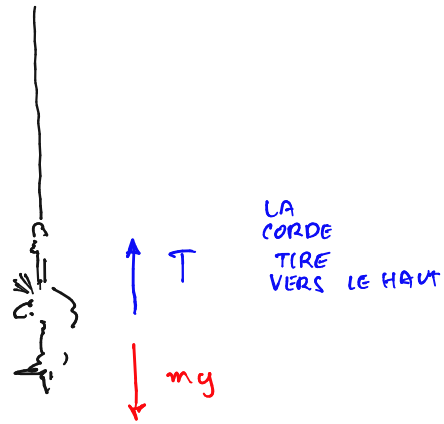




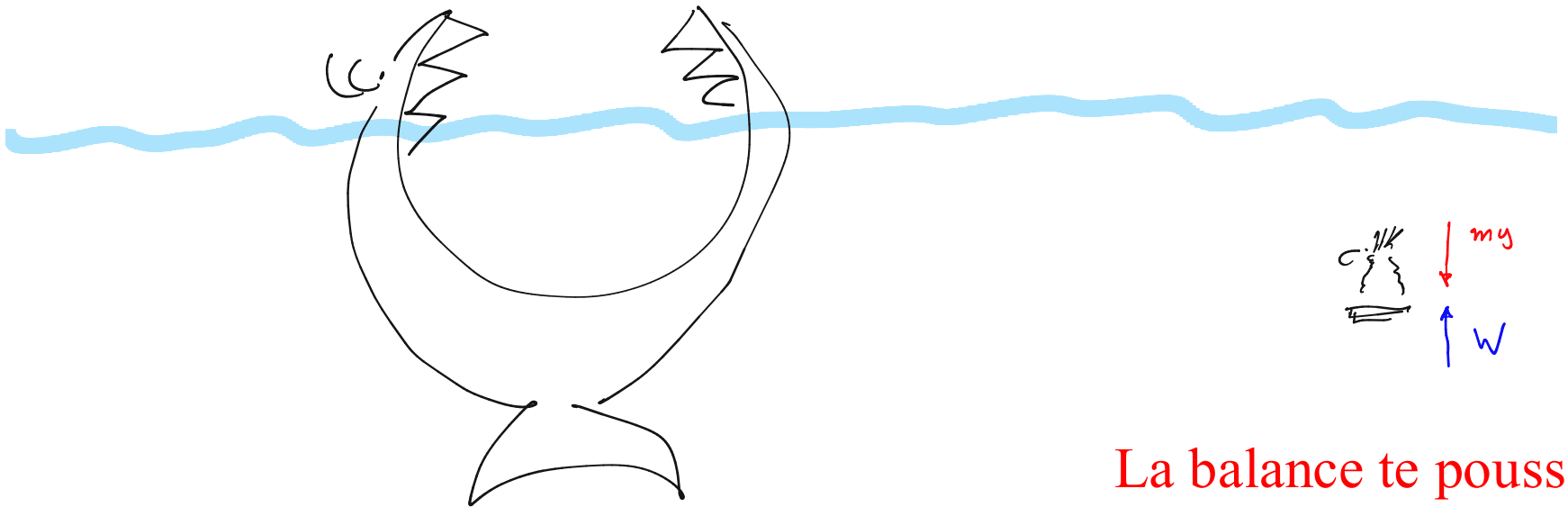
$$ma = mg$$



La corde te tire
vers le haut !

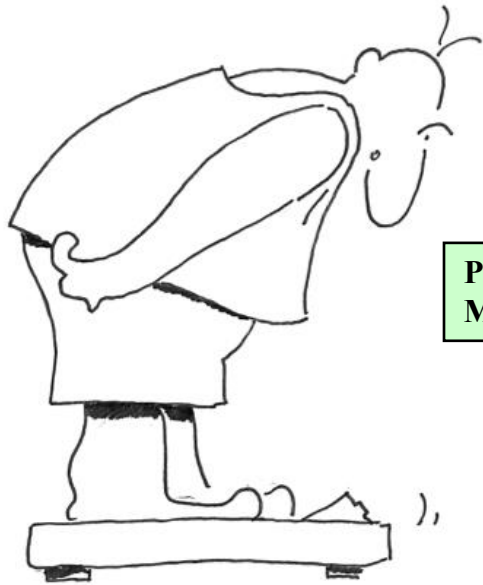


$$\underbrace{ma}_{=0} = T - mg$$

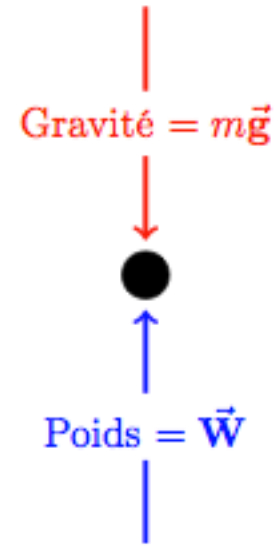


La balance te pousse
vers le haut !

C'est quoi le poids apparent ?



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



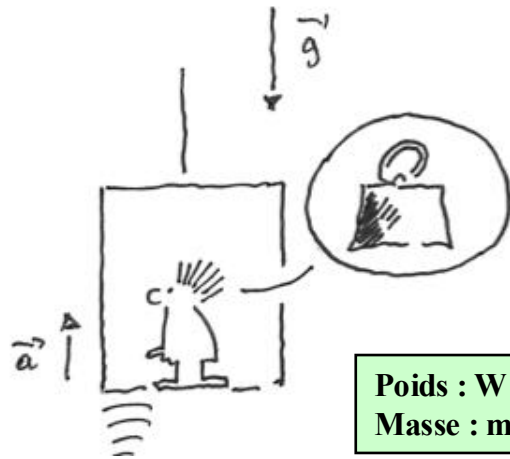
**Vous êtes sur votre balance !
Comme vous êtes immobile, la balance vous
pousse avec une force égale à la force de gravité !**

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

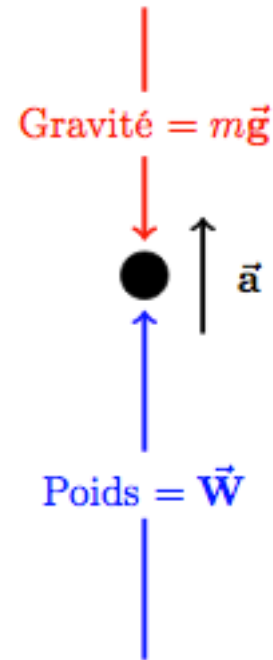
$$\cancel{m \vec{a}(t)} = \sum \vec{F}(t)$$

*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

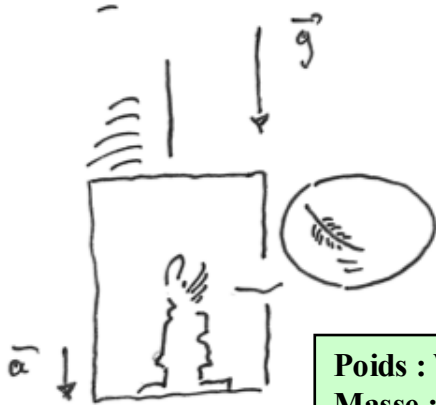


$$\begin{aligned} ma &= W - mg \\ \downarrow \\ W &= m(g + a) \end{aligned}$$

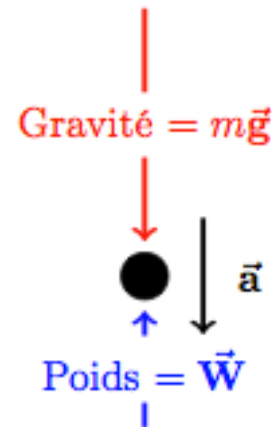
Le poids observé **sur la balance** est
augmenté de 50% !

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

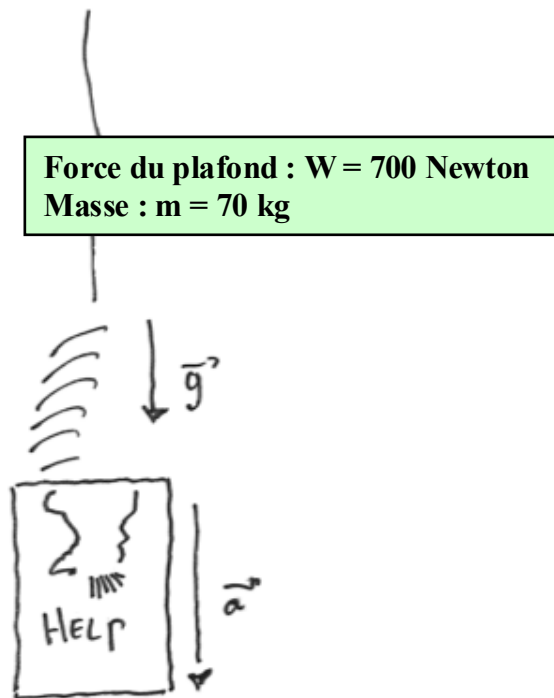


$$\begin{aligned} -ma &= W - mg \\ \downarrow \\ W &= m(g - a) \end{aligned}$$

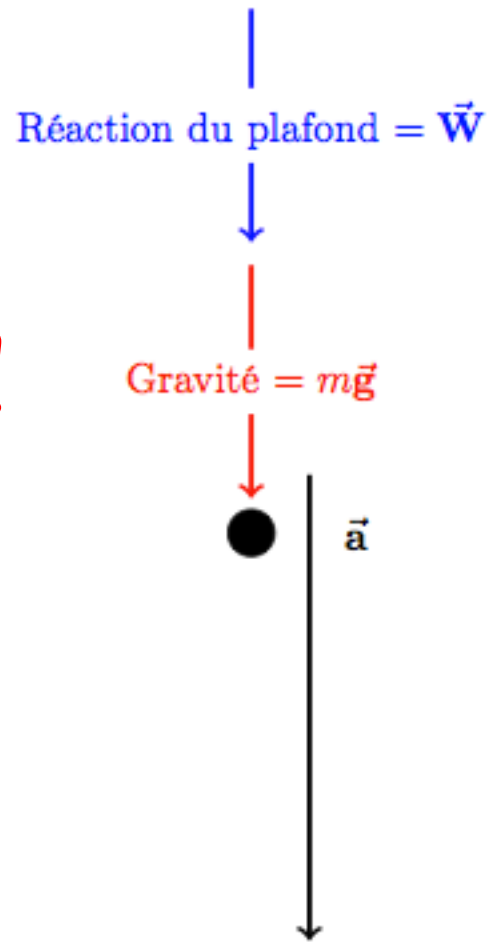
Le poids observé **sur la balance** est maintenant diminué de 50% !

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

Faut pas
exagérer
quand-même !



Force du plafond : $W = 700$ Newton
Masse : $m = 70$ kg

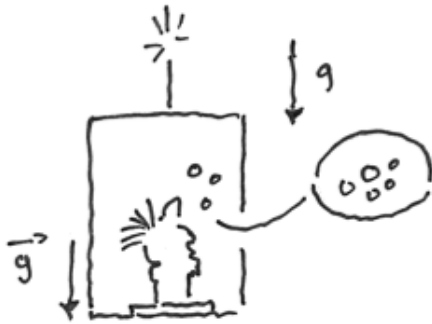


$$\begin{aligned} -ma &= -W - mg \\ \downarrow \\ W &= m(a - g) \end{aligned}$$

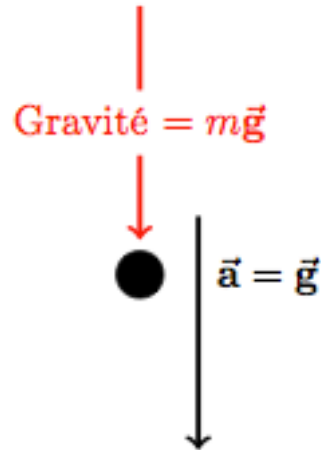
On est projeté sur le plafond de
l'ascenseur et la balance aussi !

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

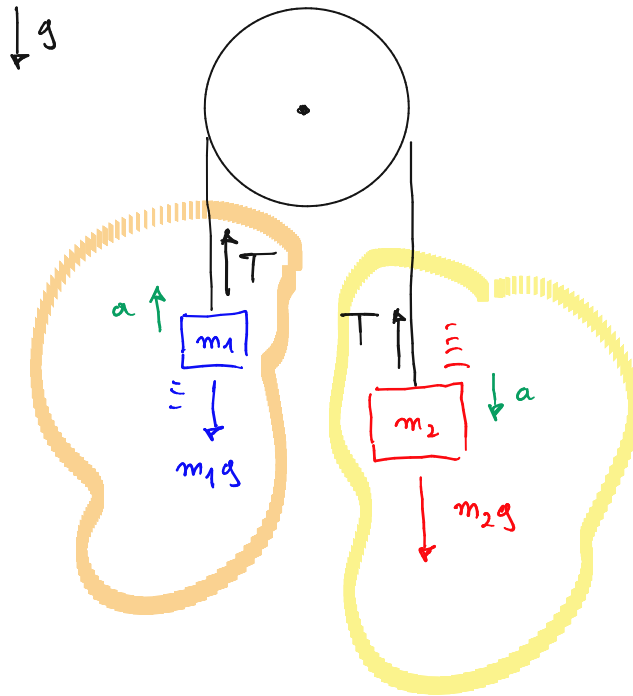


$$\begin{array}{rcl} -mg & = & -W - mg \\ \downarrow & & \\ W & = & 0 \end{array}$$

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

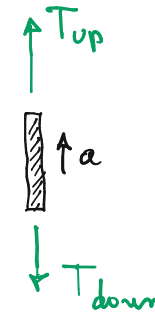
Accélération vers le bas de l'ascenseur
 $a = 9.81 \text{ m/s}^2$

Une poulie sans friction !

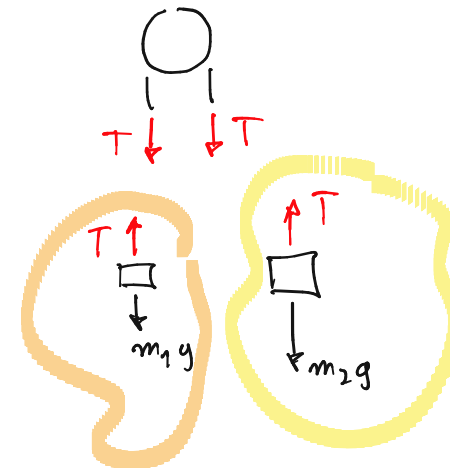


SUPPOSONS
UNE CORDE
SANS MASSE

MAIS
DE MASSE
NEGLIGEABLE



$$\underbrace{ma}_{=0} = \underbrace{T_{up}}_{=T} - \underbrace{T_{down}}_{=T}$$



2 équations
2 inconnues : a et T

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

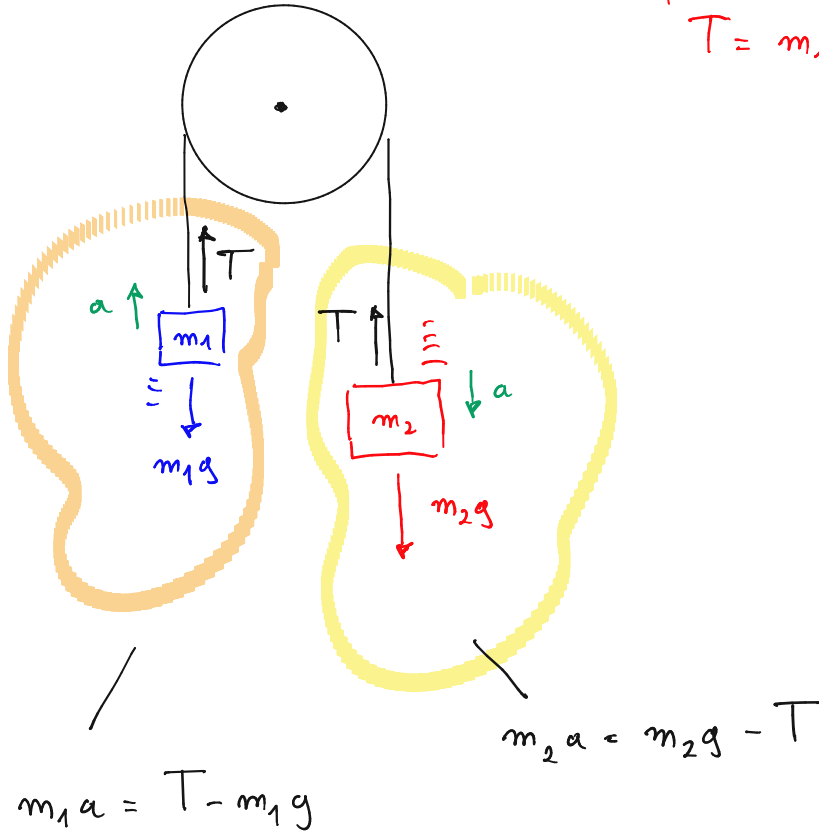
$$T = m_1(a + g)$$

$$T = m_2(g - a)$$

$$\begin{array}{ccc} m_1(a + g) & = & m_2(g - a) \\ + m_2 a & & + m_2 a \\ - m_1 g & & - m_1 g \\ \hline \end{array}$$

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

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



2 équations

2 inconnues : a et T

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

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

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

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

$$\begin{aligned} g - \frac{T}{m_2} &= \frac{T}{m_1} - g \\ 2g &= T \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right) \\ &\downarrow \\ 2g &= T \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2} \right) \end{aligned}$$

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

Et l'algèbre !

$$m_1 a = T - m_1 g$$

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

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

$$m_1 a = T - m_1 g$$

$$m_2 a = m_2 g - T$$

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

$$g m_1 (m_2 - m_1) = 2g m_1 m_2 - m_1 g (m_1 + m_2)$$

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

OK :-)

Et enfin, les valeurs numériques !

$$m_1 g < T < m_2 g$$

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

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

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

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

$$T \approx 1.17 g$$

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

$$m_2 \gg m_1 \rightarrow m_1 \approx 0$$

$$m_1 = m_2 = m$$

$$a = 0$$

$$T = mg$$

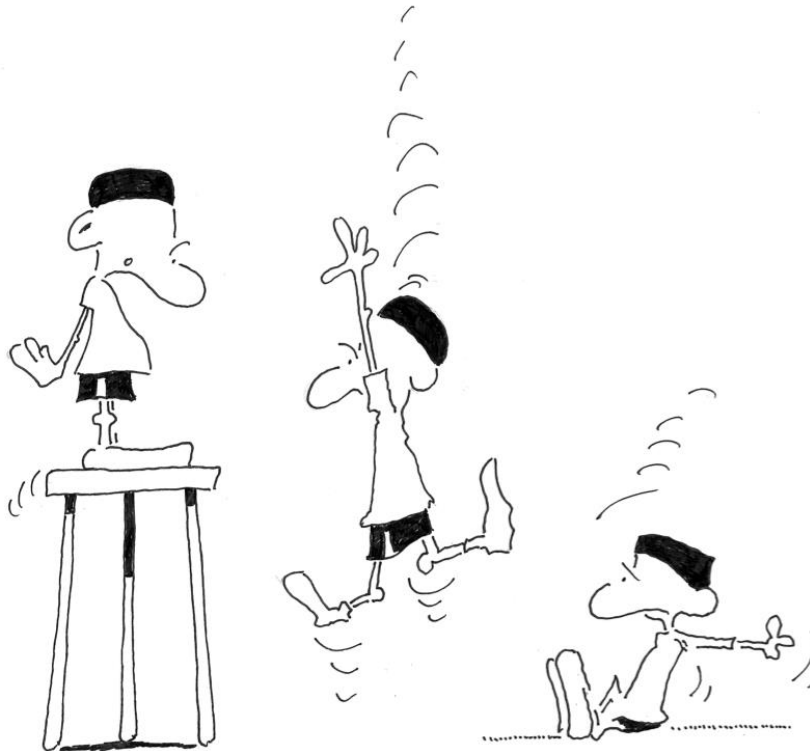
$$a \rightarrow g$$

$$T \rightarrow 0$$



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 !



FORCE
EXERCÉE
SOUS LES PIEDS
DE VINCENT

$$h = 1.25$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2.5}{10}} = \sqrt{\frac{25}{100}} = \frac{5}{10} = 0.5 \text{ sec}$$

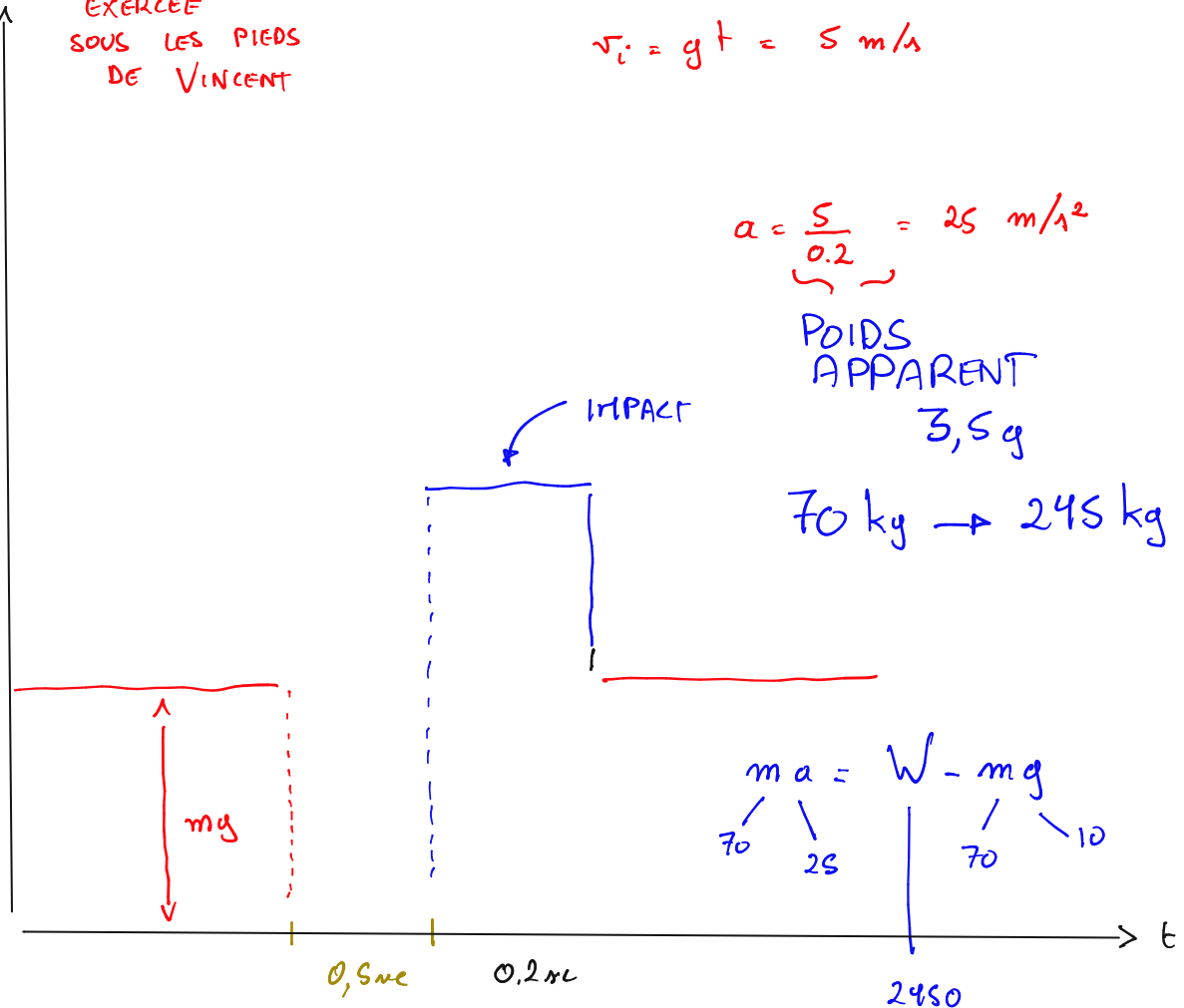
$$v_i = g t = 5 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{5}{0.2} = 25 \text{ m/s}^2$$

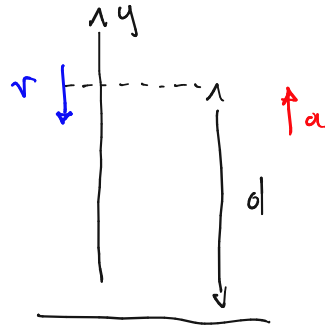
POIDS
APPARENT

3,5 g

70 kg → 245 kg



On plie les genoux !



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

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

$$\left\{ t = \frac{\sqrt{2hg}}{a} \right.$$

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

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

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





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

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

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 $y(t_d) = 0$

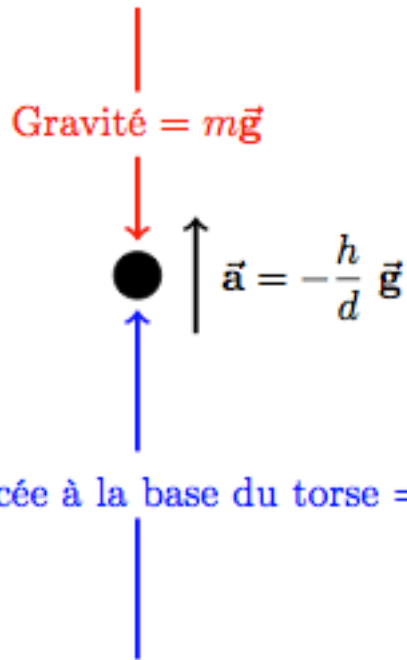
$$0 = d - \frac{2hg}{a} + \frac{hg}{a}$$

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

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

On ralentit
en pliant
les genoux !





$$h = 1.25 \text{ m} \quad m = 40 \text{ kg}$$

$$d = 0.3$$

$$d = 0.01$$

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

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

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

$$\downarrow$$

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

Réaction
lors de la réception !



Zero-gravity Experiments



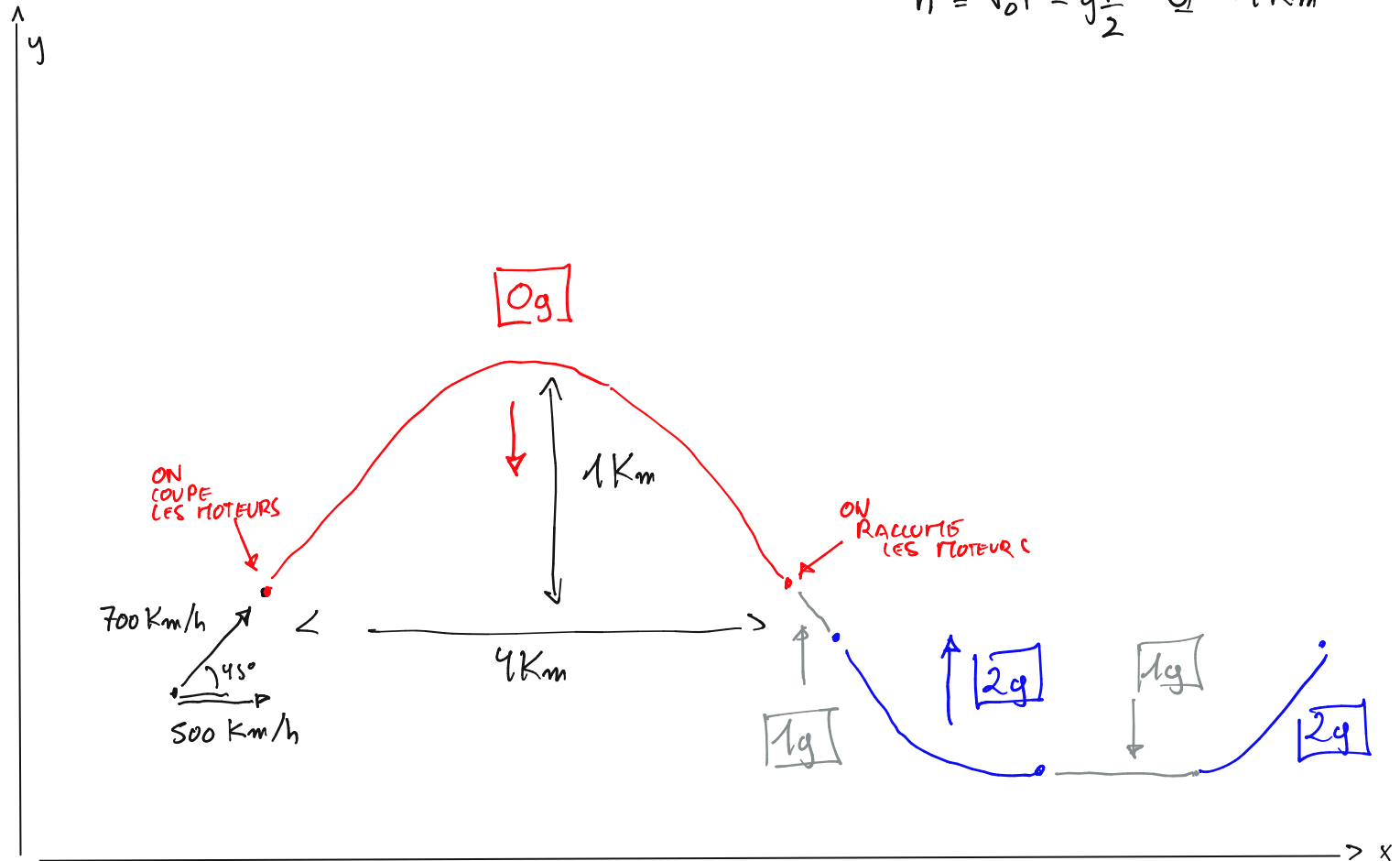
Zero-gravity Experiment !

$$gt = 140 \text{ m/s}$$

$$\begin{array}{cc} / & \backslash \\ 10 & t = 14 \text{ sec} \end{array}$$

$$500 \text{ Km/h} = 140 \text{ m/s}$$

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



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

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

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



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 !