

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

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

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

### 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 :-)

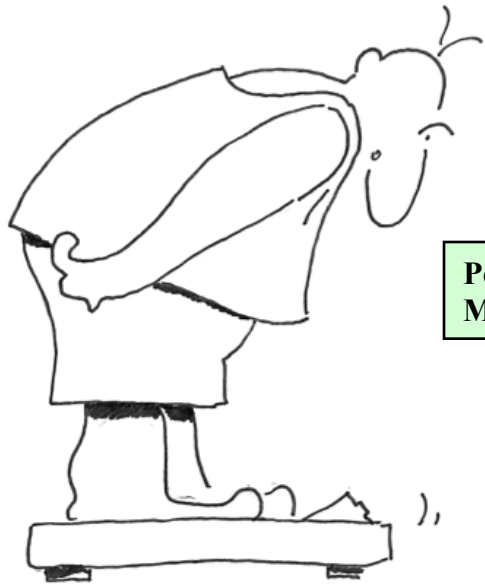
# Comment peut-on réduire son poids ?



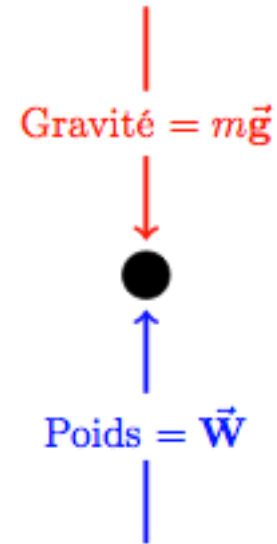
Scales were mounted inside commercial and residential elevators allowing riders to test this fact.



# C'est quoi le poids apparent ?



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



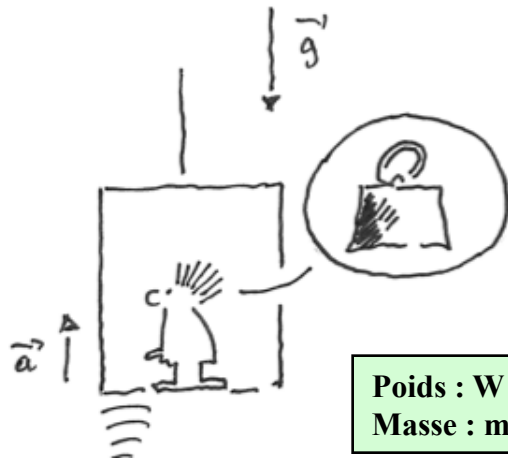
**Vous êtes sur votre balance !  
Comme vous êtes immobile, la balance vous  
pousse avec une force égale à la force de gravité !**

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

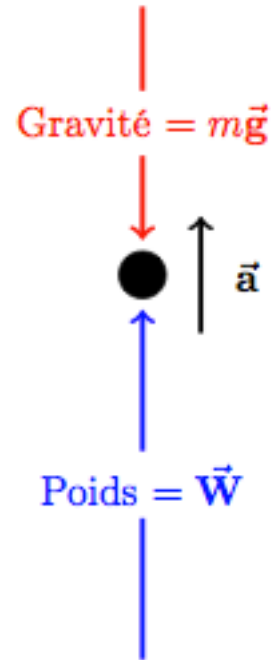
$$\cancel{m \vec{a}(t)} = \sum \vec{F}(t)$$

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

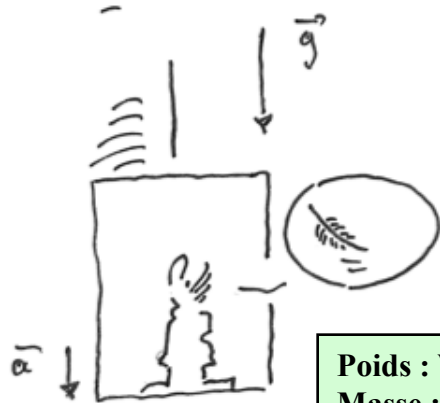


$$\begin{aligned} ma &= W - mg \\ \downarrow \\ W &= m(g + a) \end{aligned}$$

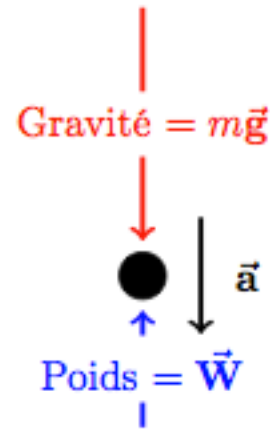
Le poids observé **sur la balance** est  
augmenté de 50% !

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

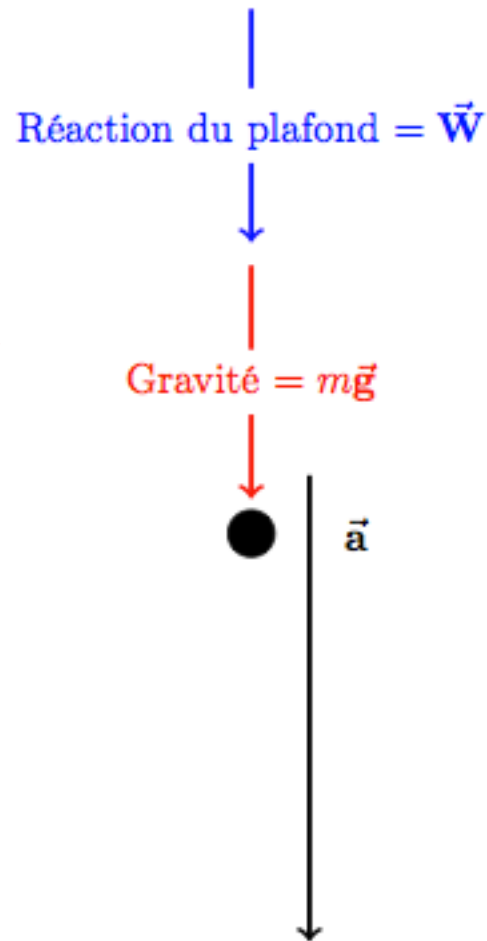
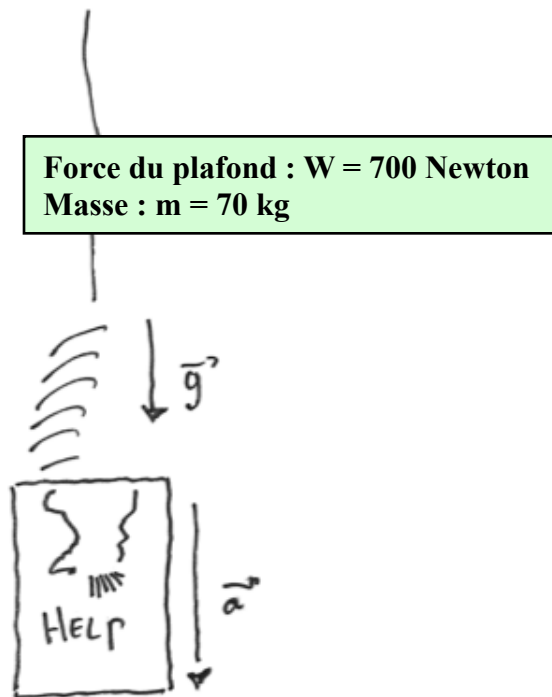


$$\begin{aligned} -ma &= W - mg \\ \downarrow \\ W &= m(g - a) \end{aligned}$$

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 !

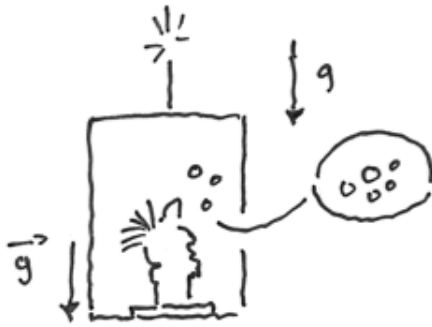


$$\begin{aligned} -ma &= -W - mg \\ \downarrow \\ W &= m(a - g) \end{aligned}$$

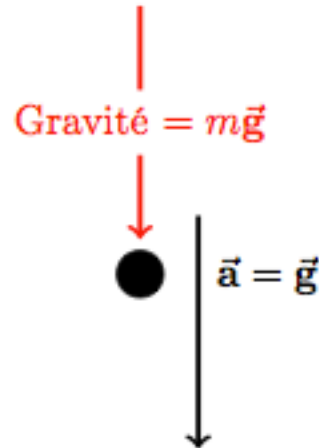
On est projeté sur le plafond de  
l'ascenseur et la balance aussi !

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 !**

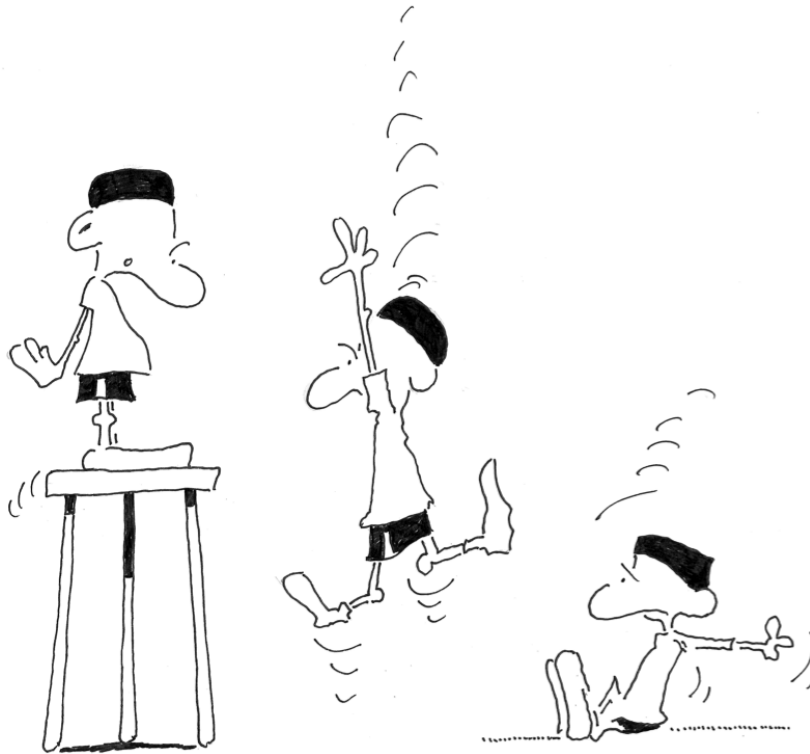
**Accélération vers le bas de l'ascenseur**  
 **$a = 9.81 \text{ m/s}^2$**



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 ?**



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

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

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  $y(t_d) = 0$

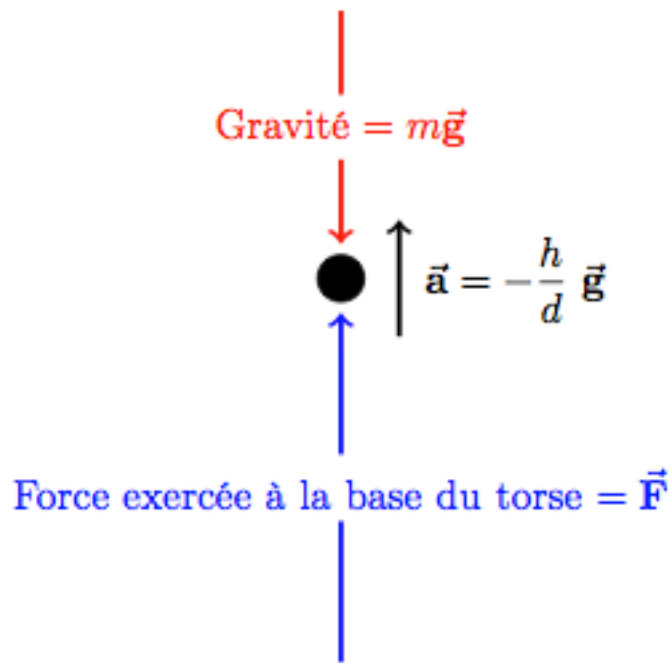
$$0 = d - \frac{2hg}{a} + \frac{hg}{a}$$

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

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

On ralentit  
en pliant  
les genoux !





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

$$\downarrow$$

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

Réaction  
lors de la réception !



# Zero-gravity Experiments



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

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

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



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 !