



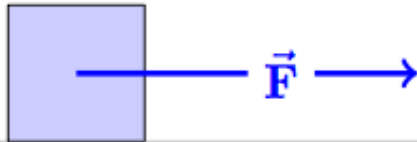
Est-ce que
ceci est du travail ?

Travail d'une force constante



$$W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{x}$$

Position : \vec{x}_a



**Le travail est le résultat du produit scalaire
entre la force et le déplacement**

Il peut être positif : travail moteur

Il peut être négatif : travail résistif

Il peut être nul !

Après
quelques
instants !



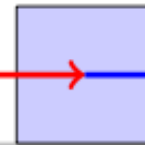
$$W = \vec{F} \cdot \Delta \vec{x}$$

Position : \vec{x}_a



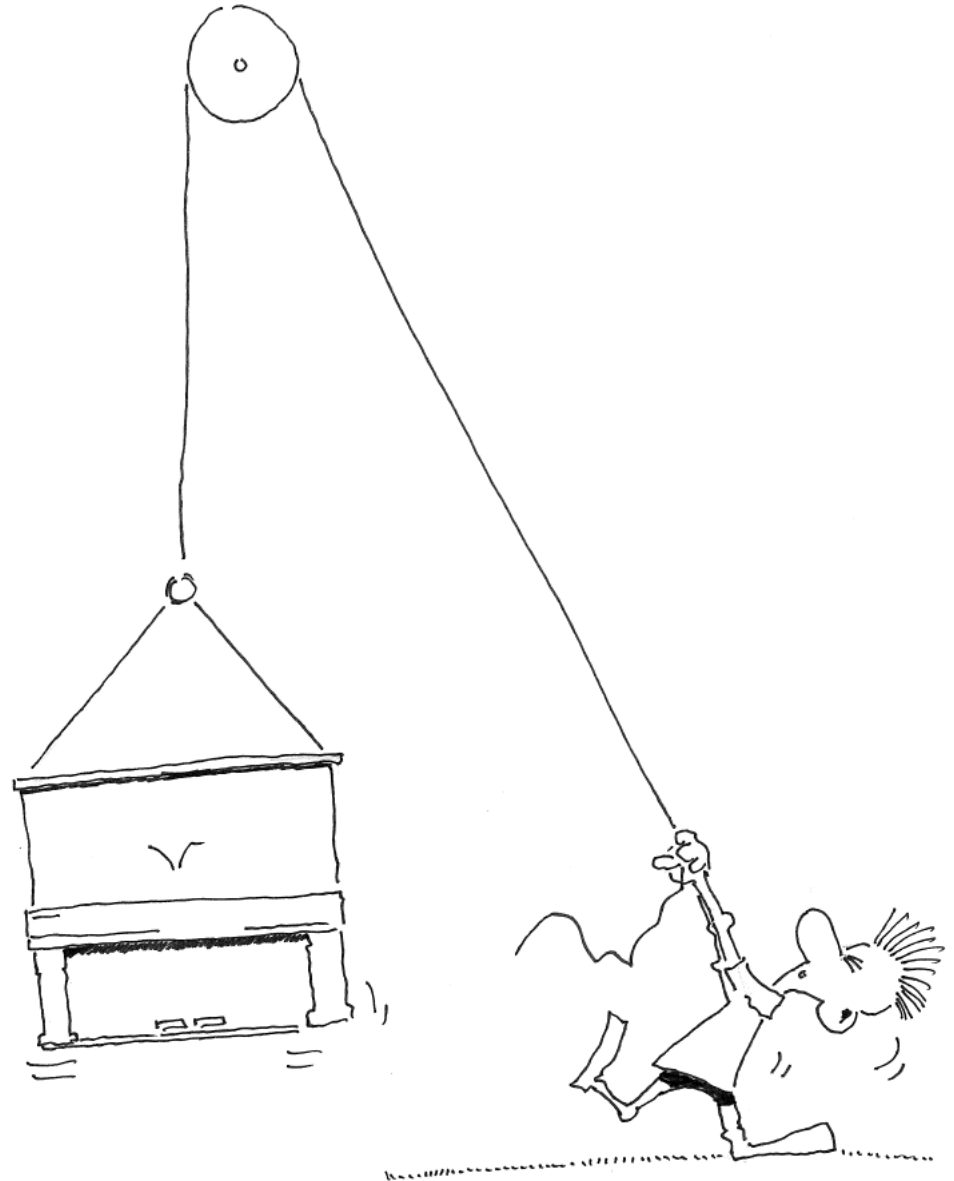
$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_b - \vec{x}_a$$

Position : \vec{x}_b

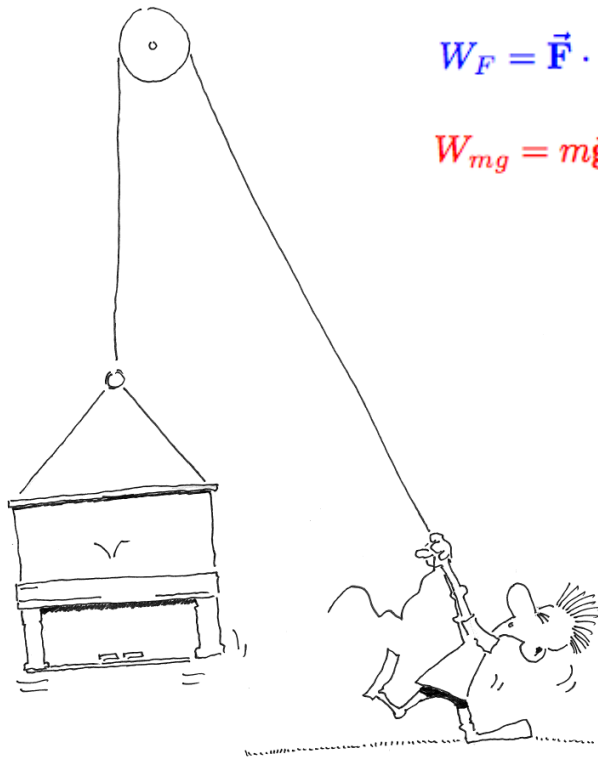


$$\vec{F} \rightarrow$$

Bon ici
je travaille ?

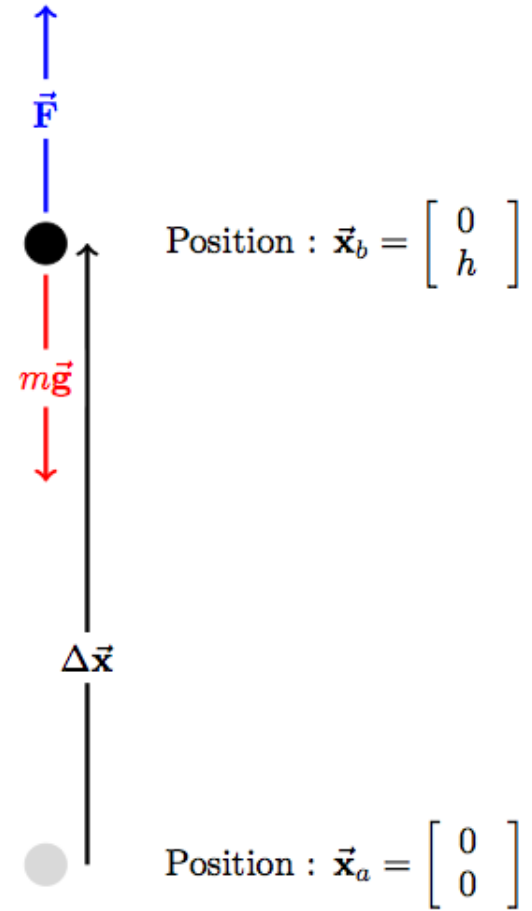
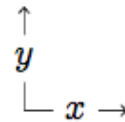


Le piano monte !



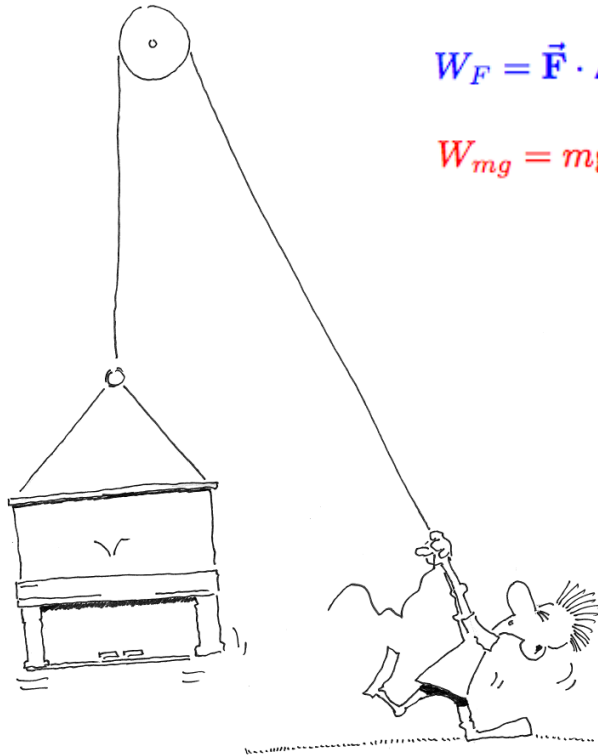
$$W_F = \vec{F} \cdot \Delta\vec{x} = Fh > 0$$

$$W_{mg} = m\vec{g} \cdot \Delta\vec{x} = -mgh < 0$$



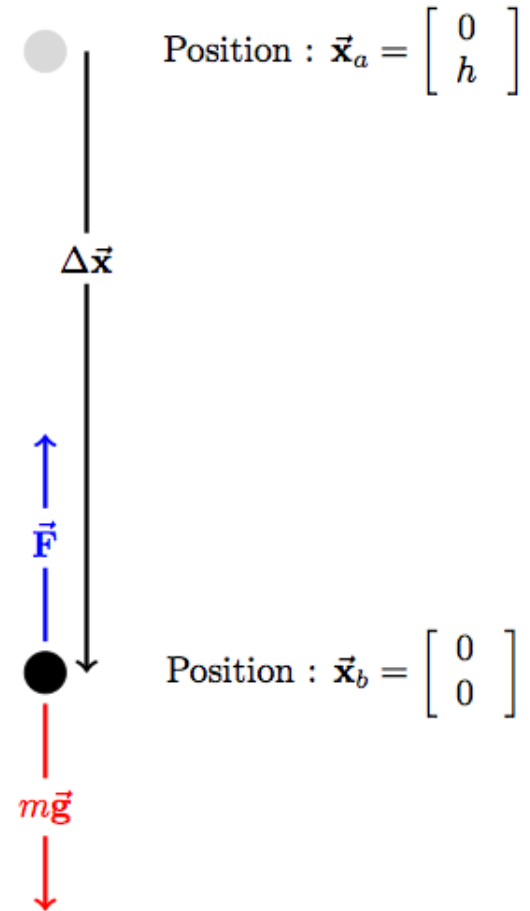
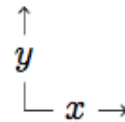
**L'ouvrier fait
un travail positif !**

Le piano descend !



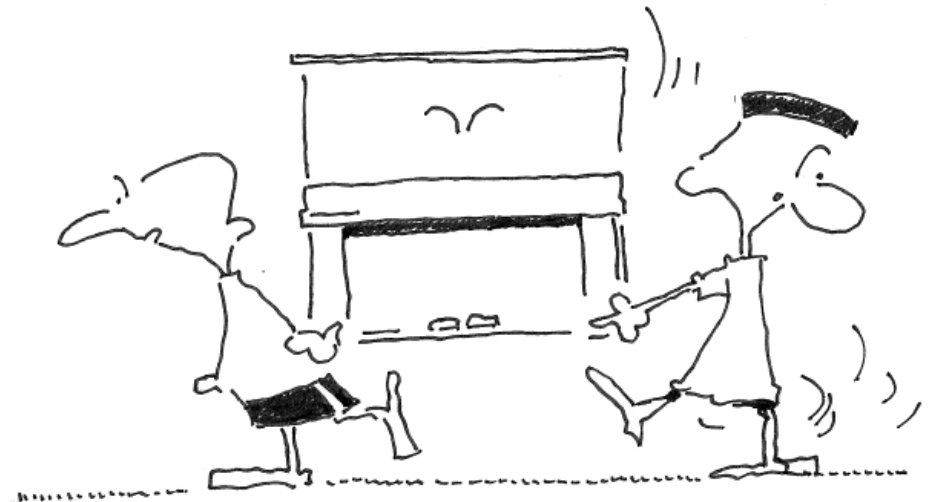
$$W_F = \vec{F} \cdot \Delta \vec{x} = -Fh < 0$$

$$W_{mg} = m\vec{g} \cdot \Delta \vec{x} = mgh > 0$$

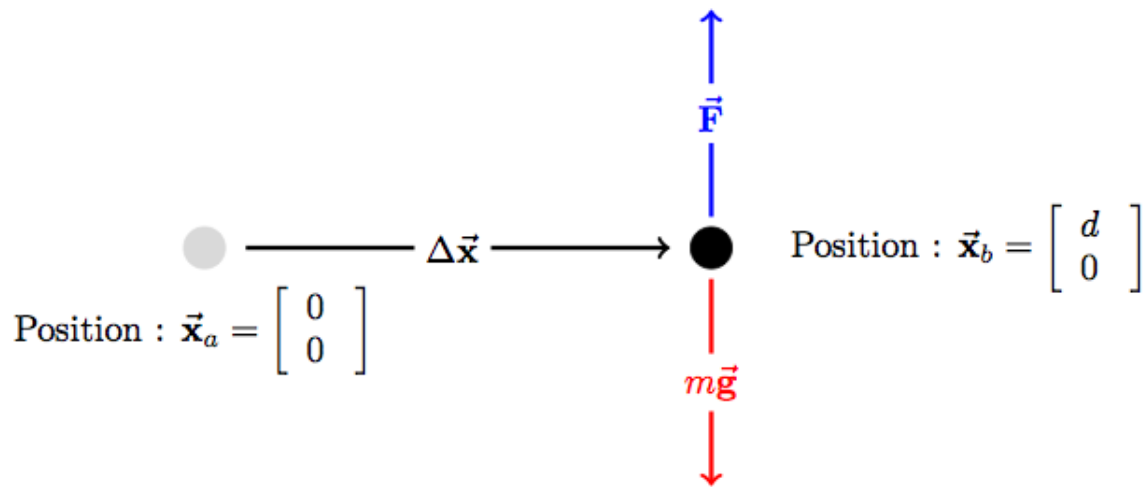


**L'ouvrier fait
un travail négatif !**

Ces ouvriers
ne travaillent pas !

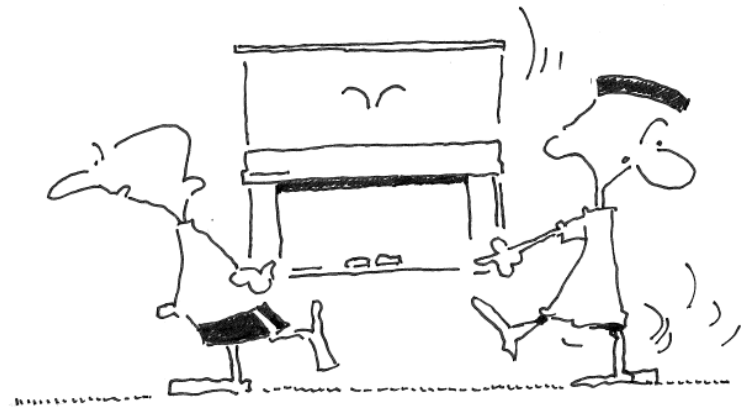


Ces ouvriers ne travaillent pas !



$$W_{mg} = m\vec{g} \cdot \Delta \vec{x} = 0$$

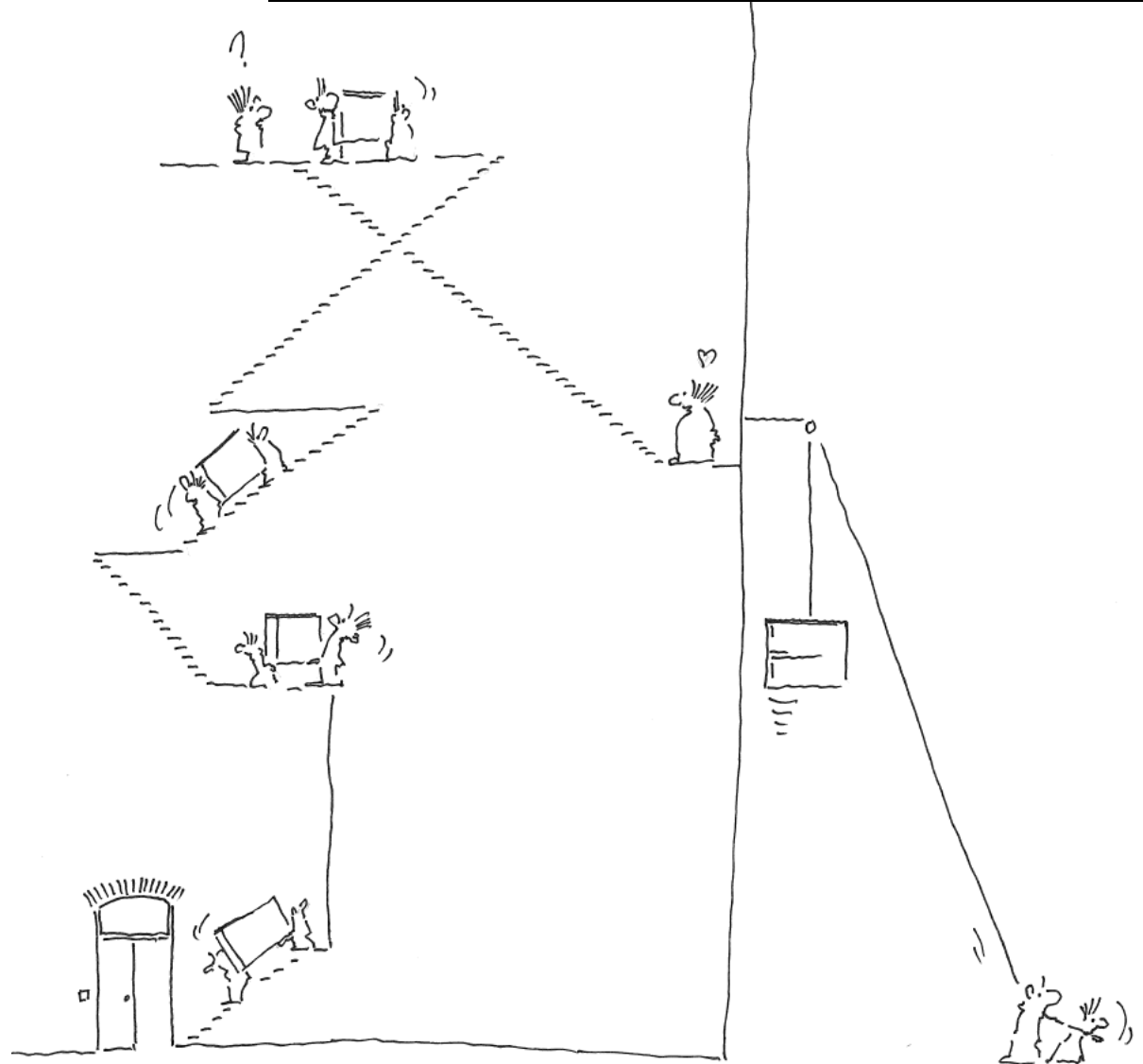
$$W_F = \vec{F} \cdot \Delta \vec{x} = 0$$



On peut donc être fatigués, sans travailler !

Quel est
le chemin
pour
faire
le moins
de travail
possible ?

Le travail de la force de gravité ne dépend
que des positions finale et initiale !
La gravité est une **force conservative** !



Le travail du frottement avec une surface immobile est toujours négatif

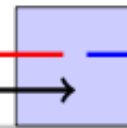
Le travail du frottement dépend du trajet parcouru : il faut donc prendre le chemin le plus court pour le minimiser !
Le frottement est une **force non-conservative** !

Position : \vec{x}_a



$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_b - \vec{x}_a$$

Position : \vec{x}_b



Puissance des forces

$$\frac{d}{dt} (m \vec{v}) \cdot \vec{v} = \sum \vec{F} \cdot \vec{v}$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} m v^2 \right) = \sum \vec{F} \cdot \vec{v}$$

↓
En intégrant entre les instants t_a et t_b .

$$\int_a^b \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} m v^2 \right) dt = \sum \int_a^b \vec{F} \cdot \vec{v} dt = \sum \int_a^b \vec{F} \cdot \frac{d\vec{x}}{dt} dt = \sum \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{x}$$

↓
En supposant que les forces sont **constantes**.

$$\left[\frac{1}{2} m v^2 \right]_b - \left[\frac{1}{2} m v^2 \right]_a = \sum \vec{F} \cdot (\vec{x}_b - \vec{x}_a)$$

$$\Delta \left(\frac{1}{2} m v^2 \right) = \sum \vec{F} \cdot \Delta \vec{x}$$

Travail des forces

Bilan d'énergie cinétique



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

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

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 !



$$\begin{aligned}y(t_a) &= h \\v(t_a) &= 0\end{aligned}$$

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

$$\Delta\left(\frac{1}{2}mv^2\right) = mgh$$

$$\frac{1}{2}mv_b^2 - \underbrace{\frac{1}{2}mv_a^2}_{=0} = mgh$$

$$v_b^2 = 2gh$$

Chute libre

Il n'est plus nécessaire de calculer le temps de la chute libre...

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

Forces

$$\sum \vec{F}$$

En intégrant entre les instants t_a et t_b .

$$\int_a^b \frac{d}{dt}(m \vec{v}) dt = \sum \int_a^b \vec{F} dt$$

En supposant que les forces sont **constantes**.

$$[m \vec{v}]_b - [m \vec{v}]_a = \sum \vec{F} (t_b - t_a)$$

$$\Delta(m \vec{v}) =$$

$$\sum \vec{F} \Delta t$$

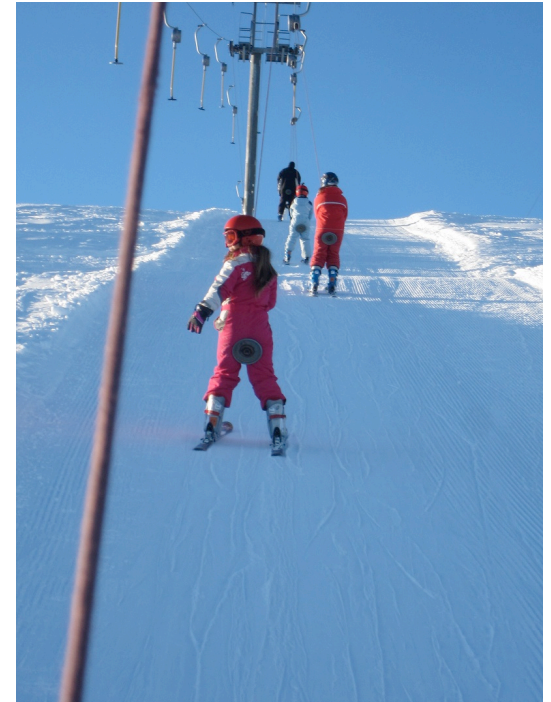
Impulsions

Bilan
de la quantité
de mouvement

Quelle est
l'impulsion
soumise
à la balle ?



Quelle est
l'accélération
du skieur si
il lâche
la perche ?





$$\frac{d}{dt}(m \vec{v}) = \sum \vec{F}$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}m v^2\right) = \sum \vec{F} \cdot \vec{v}$$

Lorsque les forces sont **constantes**,

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

$$\Delta\left(\frac{1}{2}m v^2\right) = \sum \vec{F} \cdot \Delta \vec{x}$$

- Une force dont le point d'application se déplace effectue un travail.
- Le travail effectué par la gravité dépend uniquement des positions initiale et finale et non du trajet parcouru. La force de gravité est une **force conservative**.
- Le travail effectué par le frottement sur une surface immobile est toujours négatif et dépend du trajet parcouru. Le frottement est une **force non conservative**.

Ne pas
oublier !