

Chapitre 13 : actions et forces

I - Définition

1. Action mécanique et force

Quand un objet X est en interaction avec un autre objet Y, on appelle force exercée par X sur Y la grandeur qui caractérise l'action mécanique de X sur Y. Une force se mesure en newton (N).

On représente une force par un vecteur. Ses caractéristiques sont :

- son point d'application
- sa direction
- son sens
- sa norme.

Exemple :



Le système étudié est la voiture en panne.

Point d'application : ici

Direction : celle de la corde

Sens : de la voiture vers la fille

Norme : par ex 400 N

Si 1 cm \leftrightarrow 100 N : vecteur de 4 cm

2. Action de contact ou à distance

Une action est dite de contact quand il y a contact physique entre le système étudié et l'application de la force.

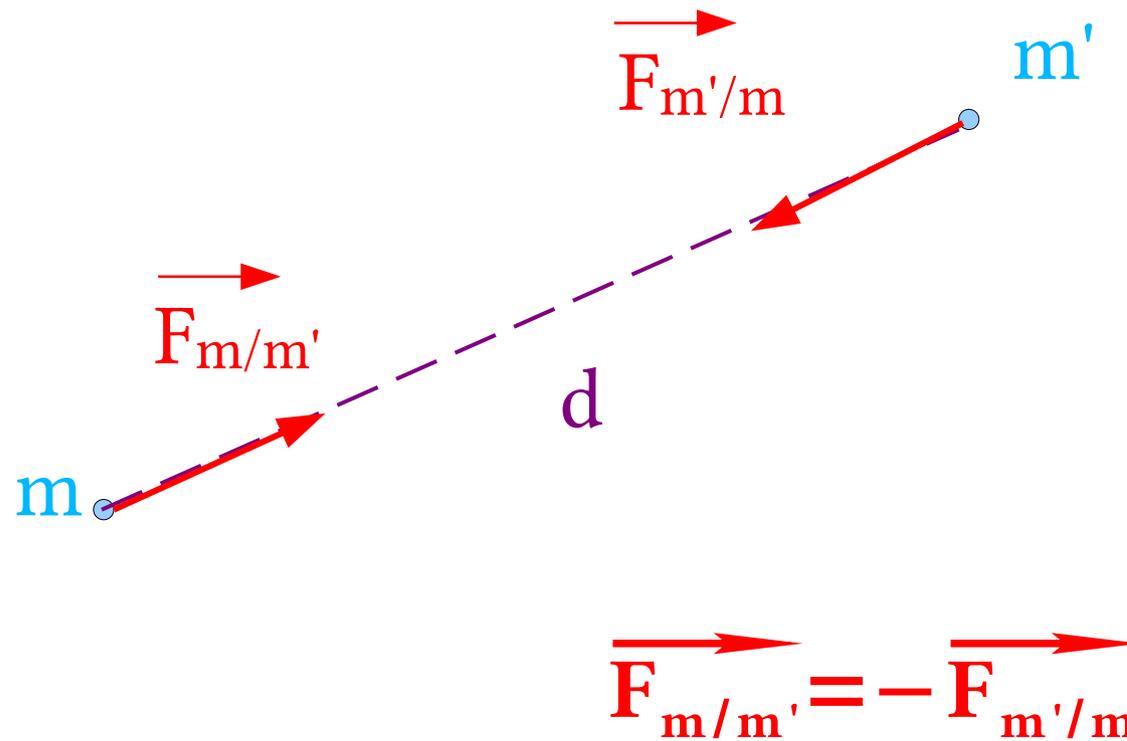
Ex : pied qui pousse sur une pédale de vélo

Une action est dite à distance quand il n'y a pas contact physique entre le système étudié et l'application de la force.

Ex : aimant qui attire un clou en fer

3. Principe des actions réciproques (3^e loi de Newton)

Deux corps en interaction, de masses m et m' , séparés d'une distance d , exercent l'un sur l'autre des forces selon la même direction, de sens opposés et de même valeur :



II – Quelques exemples de forces

1. L'interaction gravitationnelle

Newton finit par énoncer cette loi en 1687.

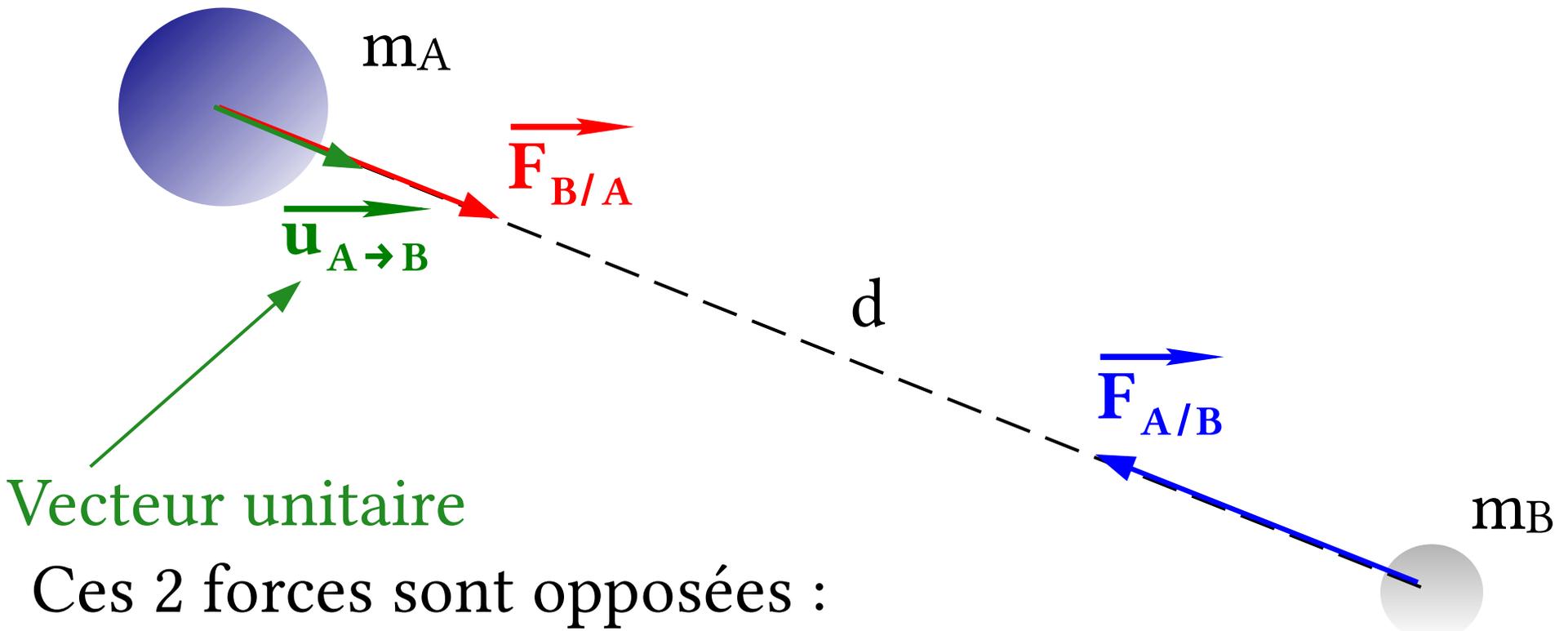
Lorsque deux corps, de masse m_A et m_B , de répartition sphérique, sont éloignés d'une distance d , alors la force exercée par l'un sur l'autre corps a pour expression :

$$\|\vec{F}_{A/B}\| = \|\vec{F}_{B/A}\| = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

The diagram shows the equation $\|\vec{F}_{A/B}\| = \|\vec{F}_{B/A}\| = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$ with arrows pointing from the terms to their units: $\|\vec{F}_{A/B}\|$ and $\|\vec{F}_{B/A}\|$ point to 'N', G points to 'm', m_A and m_B point to 'kg', and d^2 points to 'kg'.

G est la constante de gravitation universelle

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{kg}^{-2} \cdot \text{m}^2.$$



$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$

Attention :

$$\vec{F}_{A/B} = -\|\vec{F}_{A/B}\| \cdot \vec{u}_{A \rightarrow B}$$

2. Poids d'un corps

Rappel : $\|\vec{P}\| = m \cdot \|\vec{g}\|$

Or le poids n'est autre que la force gravitationnelle exercée par la Terre. Donc :

$$\|\vec{P}\| = m \cdot \|\vec{g}\| = \|\vec{F}\| = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}$$

avec R_T : rayon de la Terre et M_T : masse de la Terre.

On en déduit

$$\|\vec{g}\| = G \cdot \frac{M_T}{R_T^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \times \frac{5,98 \cdot 10^{24}}{(6370 \cdot 10^3)^2} = \mathbf{9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}}$$

C'est l'accélération de la pesanteur terrestre.

3. Poids d'un corps sur un autre astre

Il s'agit de la force gravitationnelle subie par le corps de masse m à cause de cet astre de masse M .

$$\|\vec{P}\| = \|\vec{F}\| = m \cdot G \cdot \frac{M}{R^2}$$

Exemple sur la Lune : $\|\vec{P}\| = m \cdot G \cdot \frac{M_L}{R_L^2} = m \cdot \|\vec{g}_{\text{Lune}}\|$

avec $M_L = 7,34 \cdot 10^{22}$ kg et $R_L = 1,75 \cdot 10^6$ m

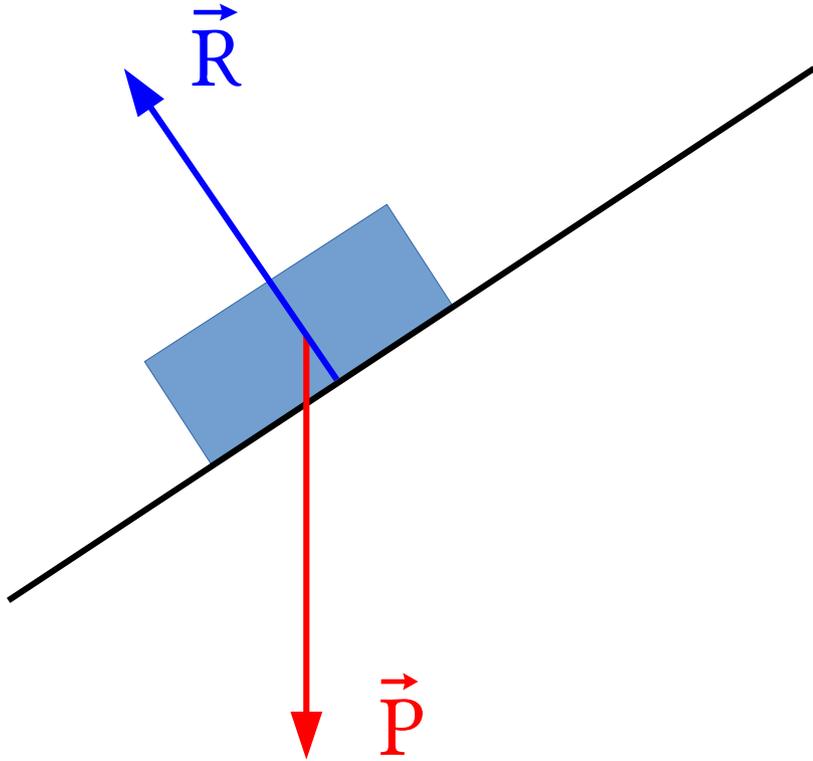
$$\text{donc : } \|\vec{g}_{\text{Lune}}\| = G \cdot \frac{M_L}{R_L^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \times \frac{7,34 \cdot 10^{22}}{(1,75 \cdot 10^6)^2} = \mathbf{1,60 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}}$$

La gravité sur la Lune est donc 6 fois plus faible que sur la Terre.

Le poids d'un corps varie avec l'astre sur lequel on le mesure.

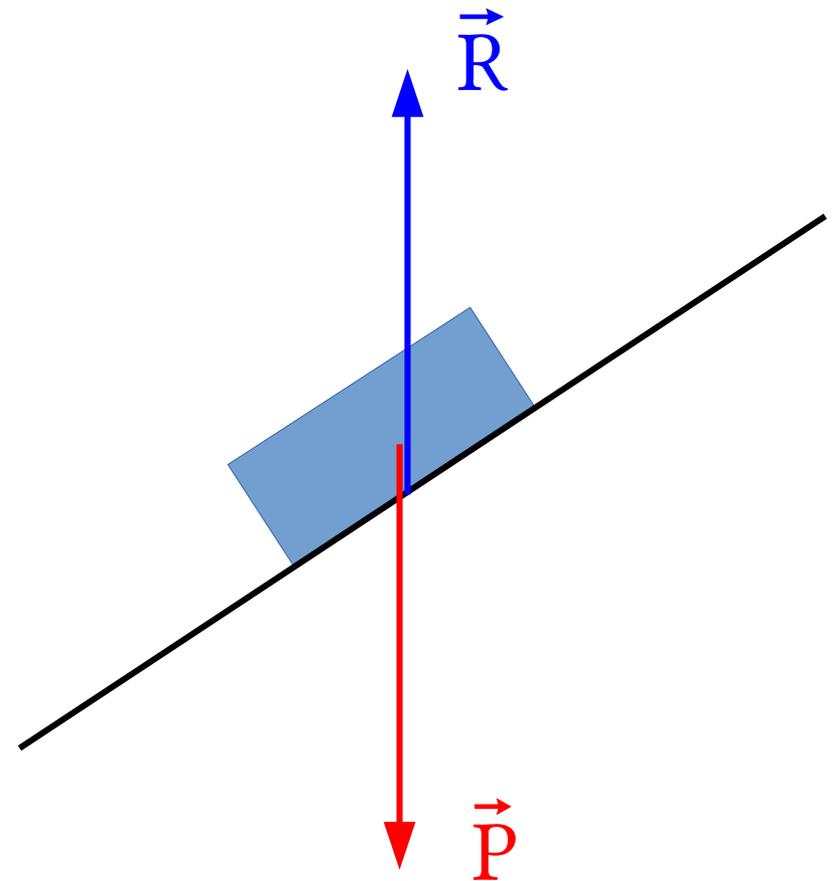
4. Force exercée par un support

sans frottement



La réaction est
perpendiculaire au support

avec frottements



$$\vec{R} = -\vec{P}$$