



Deux corps A et B sont, en raison de leur masse, en interaction gravitationnelle qui peut être modélisée par deux **forces d'attraction gravitationnelle** dont la valeur se calcule à partir de la relation :

$$F_G = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

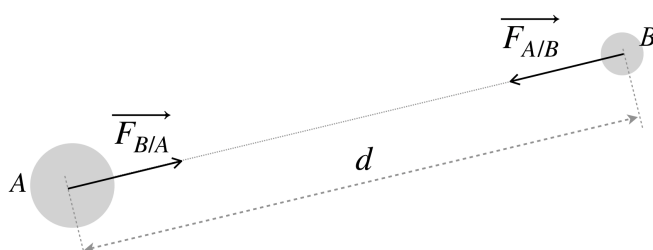
« G » est la constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.

Afin que cette valeur puisse s'exprimer en Newton (unité SI), ce sont donc les **unités SI** (unités du système international) qui doivent être employées :

- **kilogramme** pour les masses m_A et m_B des corps A et B
- **mètre** pour la distance d séparant leurs centres de masse

Le centre de masse d'une planète est généralement son centre

- La force d'attraction gravitationnelle exercée par le corps A sur le corps B et celle exercée par le corps B sur le corps A sont **opposées** :



Les deux forces ont :

- la même valeur, égale à F_G
- la même direction
- des sens opposés

On peut donc écrire que :

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

*Dans le calcul de la distance d il faut tenir compte des **rayons** des planètes et pas seulement de la distance séparant les deux surfaces.*

• Force de pesanteur (Poids)

Au voisinage d'une planète (c'est-à-dire à des distances très proches de la planète) on dit que les corps sont soumis à la **force de pesanteur**, dont l'expression est simplifiée par rapport à celle de la force d'attraction gravitationnelle (et qui tient compte des effets de la rotation de la planète sur elle-même) :

$$P = m \times g$$

Par transformation de cette relation on obtient :

$$m = \frac{P}{g} \qquad g = \frac{P}{m}$$

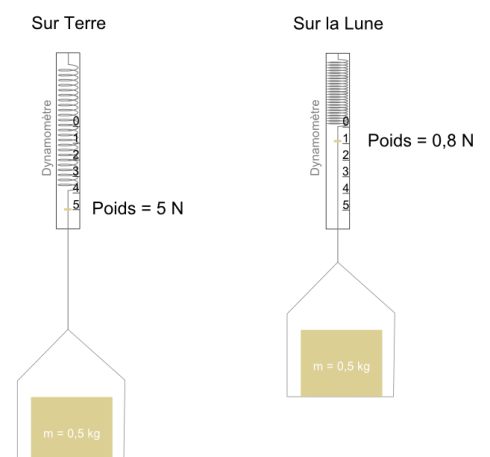
- Le **Poids** et la **masse** sont deux **grandeurs différentes** qui s'expriment donc dans deux unités différentes : kilogramme pour la masse et Newton pour le poids
- « g » est **l'intensité de la pesanteur** et s'exprime donc en Newton par kilogramme (symbole : N/kg ou $N \cdot kg^{-1}$) ; sa valeur dépend de la planète sur laquelle on se trouve.

	Intensité de la pesanteur
Sur Terre	$g \approx 10 N \cdot kg^{-1}$
Sur la Lune	$g \approx 1,6 N \cdot kg^{-1}$

Elle ne doit pas être confondue avec l'unité de mesure « gramme ».

La masse (en kg) d'un objet **ne dépend pas du lieu** où il se trouve (elle est donc la même partout), mais son poids, qui peut se mesurer à l'aide d'un dynamomètre, dépend de la valeur de l'intensité de la pesanteur et donc du lieu où se trouve l'objet.

Par exemple, un objet de masse égale à 0,5 kg a un poids d'environ 5 N sur Terre, mais seulement de 0,8 N sur la Lune. Autrement dit, il subira une force de pesanteur 6 fois plus faible sur la Lune que sur la Terre, alors que sa masse est la même.



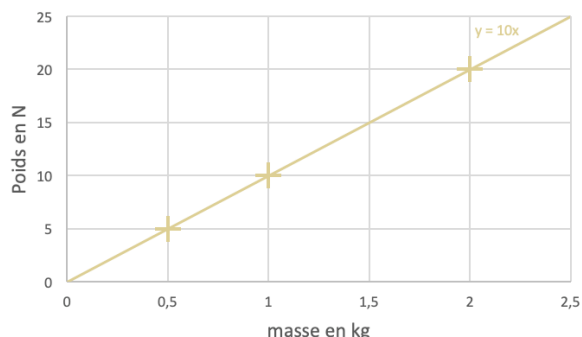
- Dans un même lieu (sur Terre par exemple), le poids et la masse sont donc deux **grandeurs proportionnelles** :

masse	1 kg	2 kg	0,5 kg
poids	10 N	20 N	5 N

× 10 N/kg

L'intensité de la pesanteur est donc le coefficient de proportionnalité.

Cette situation de proportionnalité peut être visualisée graphiquement car les points sont alignés et la **droite** qu'ils forment passe par **l'origine** du repère.



Une balance ne mesure pas directement la masse d'un objet, mais son poids (en Newton) qu'elle divise ensuite par 9,8 (valeur de « g » sur Terre) pour le transformer en une valeur en kilogramme. Ainsi, sur la Lune, une balance réglée pour fonctionner sur Terre continuera à diviser le poids par 9,8 et affichera donc une valeur erronée de la masse.



Lorsqu'on représente la force de pesanteur (Poids), sa direction est **perpendiculaire au sol** car c'est une droite qui passe (approximativement) par le centre de la Terre.



La norme du vecteur dépendra (comme toutes les forces) de **l'échelle** choisie.

Par exemple, si $P = 800 \text{ N}$ et que l'échelle choisie est $1 \text{ cm} \leftrightarrow 200 \text{ N}$, alors le vecteur aura une norme de 4 cm

• Energie cinétique (E_C)

Lorsqu'un objet est en mouvement, il acquiert de l'énergie cinétique dont l'unité SI de mesure est le **Joule** (symbole : « J ») et qui se calcule à partir de la relation :

$$E_C = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

- La masse et la vitesse doivent impérativement être exprimées dans les **unités SI** c'est-à-dire en **kilogramme** et en **mètres par seconde**.

*Pour qu'un objet perde de la vitesse, il doit **convertir** une partie de son énergie cinétique en une autre forme d'énergie, par exemple sous forme **d'énergie thermique** (chaleur) ; c'est le cas lorsque les freins d'un véhicule sont actionnés.*



• Energie potentielle de pesanteur (E_{PP}) et chute

L'énergie potentielle de pesanteur est l'énergie qu'acquiert un objet de masse m au voisinage d'une planète (intensité de la pesanteur g) en raison de sa hauteur h par rapport au sol. Sa valeur s'exprime en Joule et se calcule en appliquant :

$$E_{PP} = m \times g \times h$$

- Lorsqu'un objet chute, il va **convertir** de l'énergie potentielle (E_{PP}) perdue en énergie cinétique (E_C) :

En l'absence de frottements
100 % de l'énergie potentielle est convertie en énergie cinétique au cours de la chute.

Sinon, une partie de l'énergie potentielle perdue se transforme en énergie thermique (chaleur) en raison des **frottements** de l'air.

On définit également **l'énergie mécanique** (Symbole : « E_M »), qui est la somme de l'énergie potentielle (de pesanteur) et de l'énergie cinétique : **$E_M = E_{PP} + E_C$** .

- L'énergie mécanique ne varie pas **en l'absence de frottements** : on dit alors qu'il y a **conservation de l'énergie mécanique**.