# Physique-chimie
## 3è

**Apollo 17**
Les astronautes américains
Cernan, Schmitt et Evans

**Mouvement et interactions**

Le 11 décembre 1972, après 110 h de voyage, le module Lunaire de la mission Apollo 17 se pose sur la Lune, notre satellite naturel, situé à environ 380 000 km de la Terre.

Cette mission, qui est caractérisée par un important volet scientifique, a été la plus productive des missions lunaires « Apollo » sur le plan scientifique : l'équipage Apollo 17 a réalisé un très grand nombre d’expériences et a rapporté 110 kg d'échantillons lunaires.

Cette mission a battu plusieurs records, dont le temps passé à l'extérieur d'un vaisseau spatial (21 heures 19 minutes). Cela nous a permis d’augmenter nos connaissances, en particulier sur la formation de la Lune et l’histoire de son évolution.

**Extrait vidéo**

https://enseignants.lumni.fr/fiche-media/000000001642/les-differentes-missions-apollo.html

*(de 2’10 à  2’36)*

# Notre problématique

Comment expliquer que les astronautes puissent faire de tels bonds sur la Lune ?

# Formulons une hypothèse

➡ Une hypothèse généralement formulée : *« l'astronaute est plus léger sur la Lune que sur Terre ».*

# Formulons une hypothèse

WIKIPÉDIA
L'encyclopédie libre

Article Discussion

## Masse

En physique, la **masse** est une grandeur physique positive intrinsèque d'un corps.

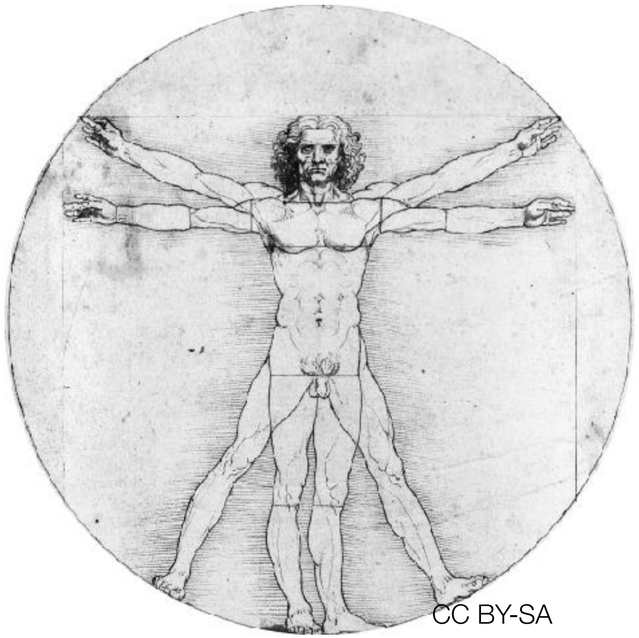
C'est tout d'abord et historiquement une grandeur immédiatement accessible à la mesure, à travers la pesée, qui permet de comparer la masse d'une certaine quantité de matière à une masse étalon. C'est ce que l'on appelle la « masse pesante ». La masse est ainsi directement liée à la quantité de matière que contient un corps.

D'après Wikipédia

# Formulons une hypothèse

**Une définition possible de la masse au collège**

La masse est une grandeur liée à la quantité de matière, qu'on mesure avec une balance. Son unité de mesure est le kilogramme.




**80 kg**

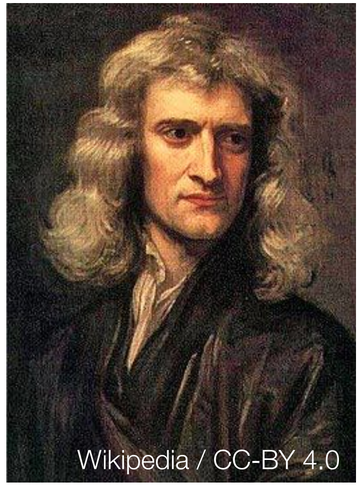
+

**72 kg**

=

**152 kg**

# Formulons une hypothèse




**Isaac Newton**

Mathématicien, physicien, philosophe, astronome anglais

(1643-1727)

**Loi de gravitation universelle (1687)**

Il existe une interaction attractive entre deux objets quelconques qui ont une masse.

En particulier, sur Terre : la Terre exerce une action attractive sur tout objet proche d'elle.

Cette action est modélisée par une force, qu'on appelle force de pesanteur sur la Terre.

De même, sur la Lune : la Lune exerce une action attractive sur tout objet proche d'elle.

Cette action est modélisée par une force, qu'on appelle force de pesanteur sur la Lune.

# Notre problématique

Comment expliquer que les astronautes puissent faire de tels bonds sur la Lune ?

# Notre hypothèse

On pense que la valeur de la force de pesanteur, exercée par la Lune sur un astronaute lorsqu’il est sur la Lune, est inférieure à celle que la Terre exerce sur lui lorsqu’il est sur la Terre.

# Résolution du problème

## Etape 1 : comment calculer la valeur de la force de pesanteur ?

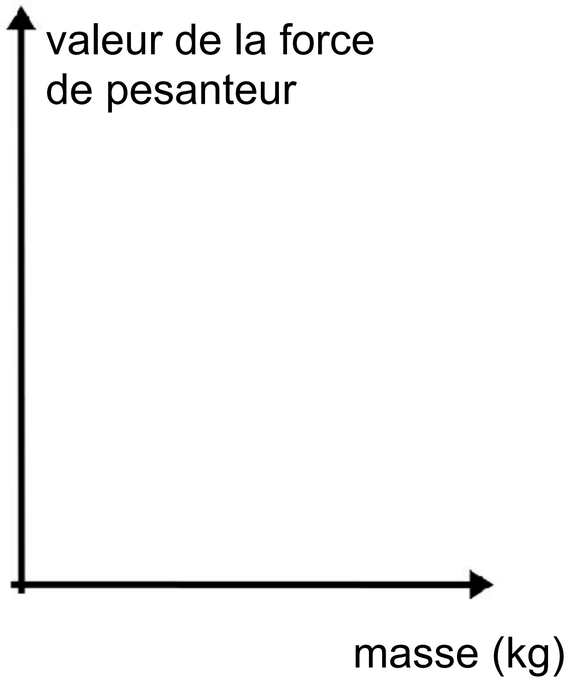
➡ Déterminer, par l'expérience, s'il existe une relation entre la valeur de la force de pesanteur qui s'exerce sur un objet, et la masse de cet objet.

➡ Réfléchissons ensemble au protocole !

# Résolution du problème

## Etape 1 : comment calculer la valeur de la force de pesanteur ?

➡ Graphique

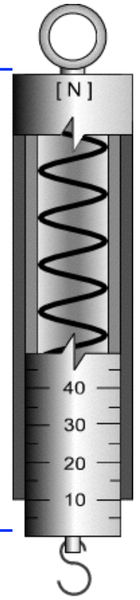



➡ Objets dont on connaît la masse : les « masses marquées »

➡ Mesures de la valeur de la force de pesanteur qui s'exerce sur ces objets

**Mesurer une force**

La valeur d'une force s'exprime en newton (N) et se mesure avec un dynamomètre.




Zdeněk Chalupský / CC BY-SA

# Résolution du problème

## Etape 1 : comment calculer la valeur de la force de pesanteur ?

➡ Première mesure

| | |
|---|---|
| **Masse (en kg)** | 0,200 kg |
| **Valeur de la force de pesanteur (en N)** *(se mesure avec un DYNAMOMÈTRE)* | |

On sait que 1 kilogramme, c'est 1 000 grammes : il y a 1000 fois 1 g dans 1 kilogramme.

Donc 1 g, c'est $\frac{1}{1\,000}$ kg.

200 g c'est 200 x 1 g = 200 x $\frac{1}{1\,000}$ kg

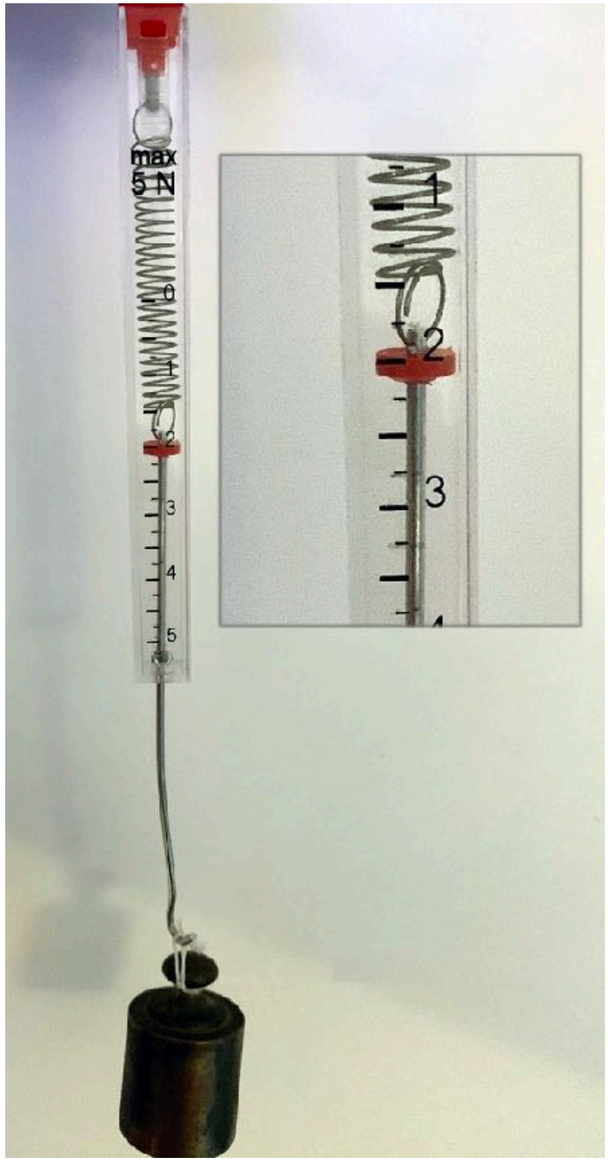
C'est donc 0,200 kg

# Résolution du problème

## Etape 1 : comment calculer la valeur de la force de pesanteur ?

➡ Première mesure

| | |
|---|---|
| **Masse (en kg)** | 0,200 kg |
| **Valeur de la force de pesanteur (en N)** *(se mesure avec un DYNAMOMÈTRE)* | 2 N |

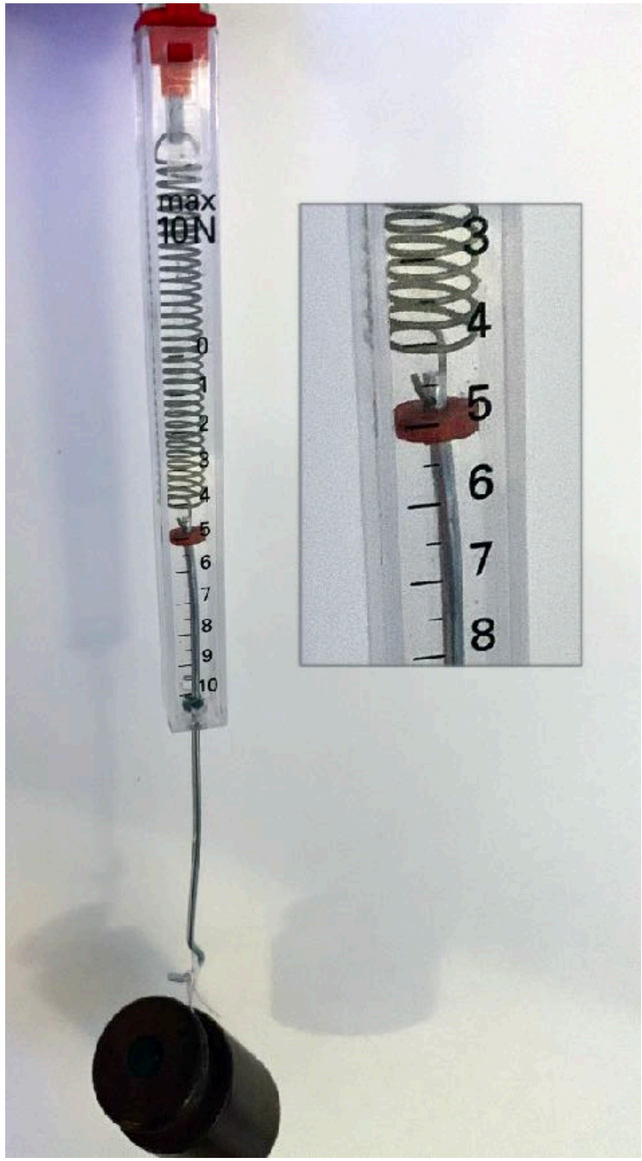


# Résolution du problème

## Etape 1 : comment calculer la valeur de la force de pesanteur ?

➡ Deuxième mesure

| | |
|---|---|
| **Masse (en kg)** | 0,500 kg |
| **Valeur de la force de pesanteur (en N)** *(se mesure avec un DYNAMOMÈTRE)* | 5 N |

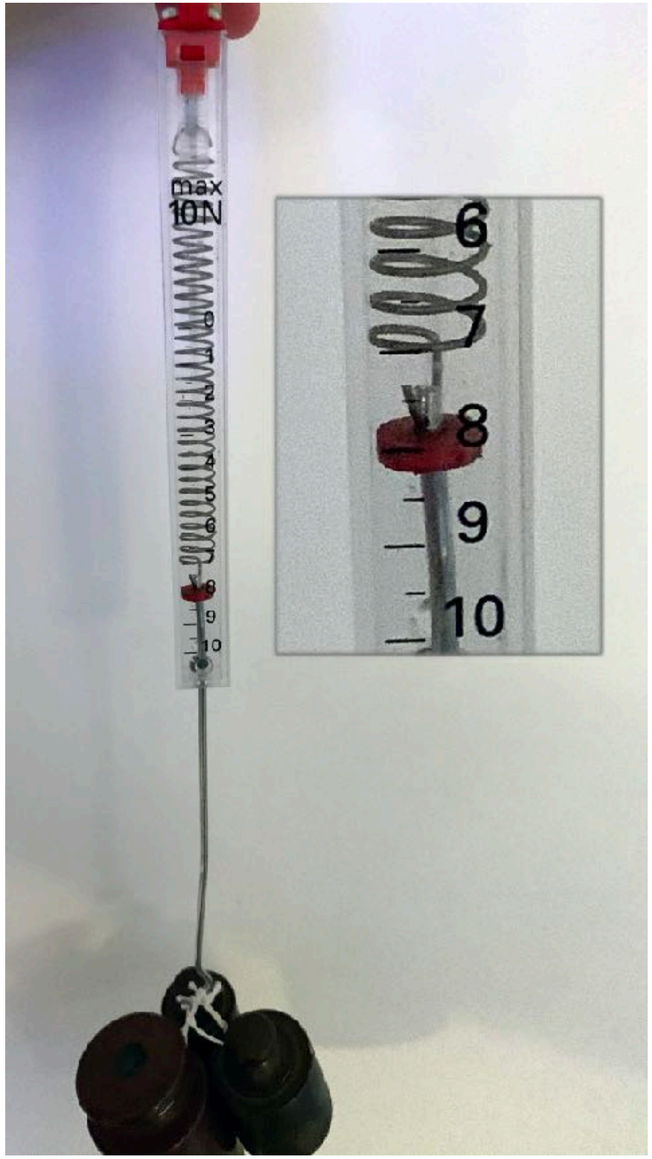


# Résolution du problème

## Etape 1 : comment calculer la valeur de la force de pesanteur ?

➡ Troisième mesure

| | |
|---|---|
| **Masse (en kg)** | 0,800 kg |
| **Valeur de la force de pesanteur (en N)** *(se mesure avec un DYNAMOMÈTRE)* | 8 N |

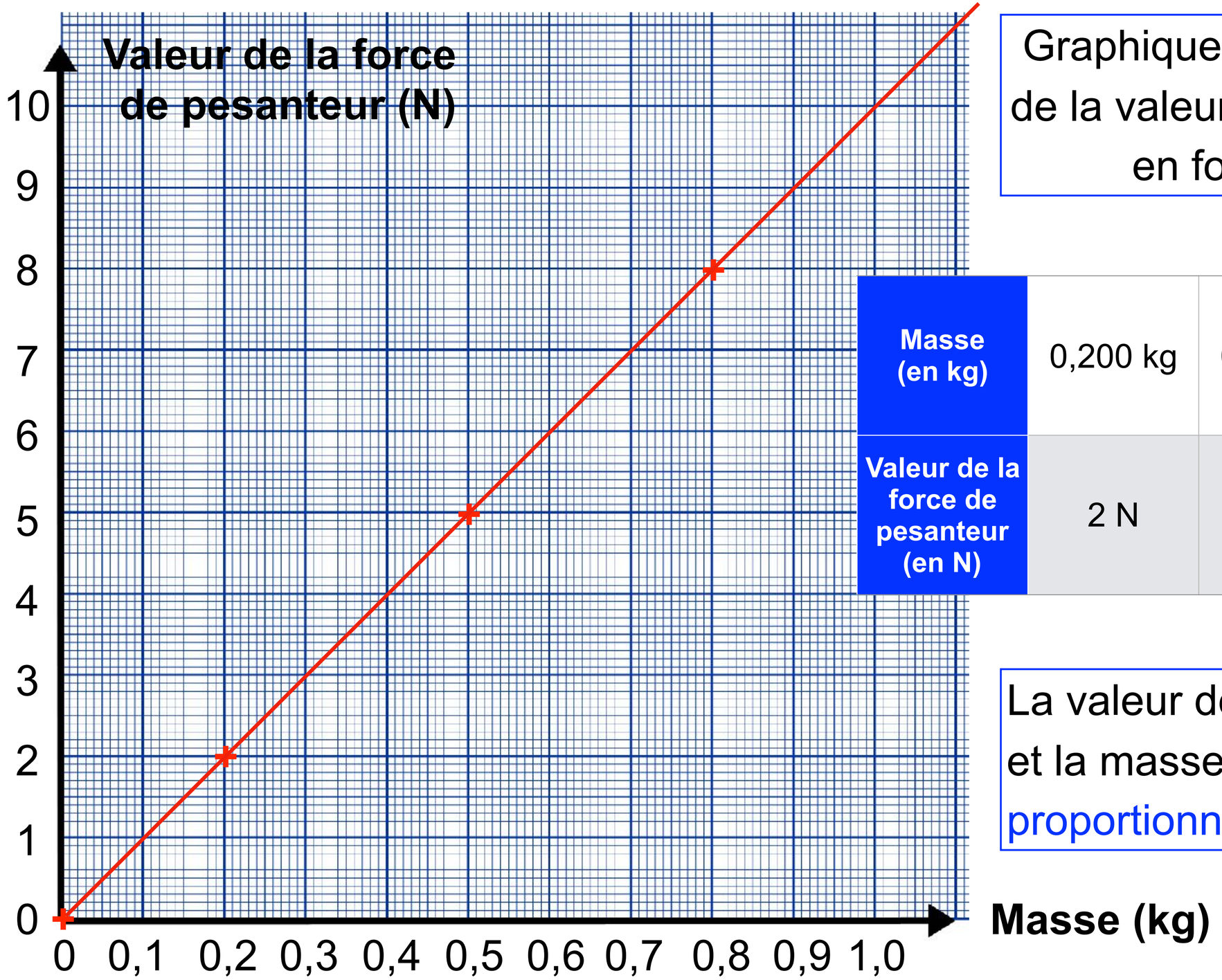


# Résolution du problème

## Etape 1 : comment calculer la valeur de la force de pesanteur ?

➡ Tableau de mesures

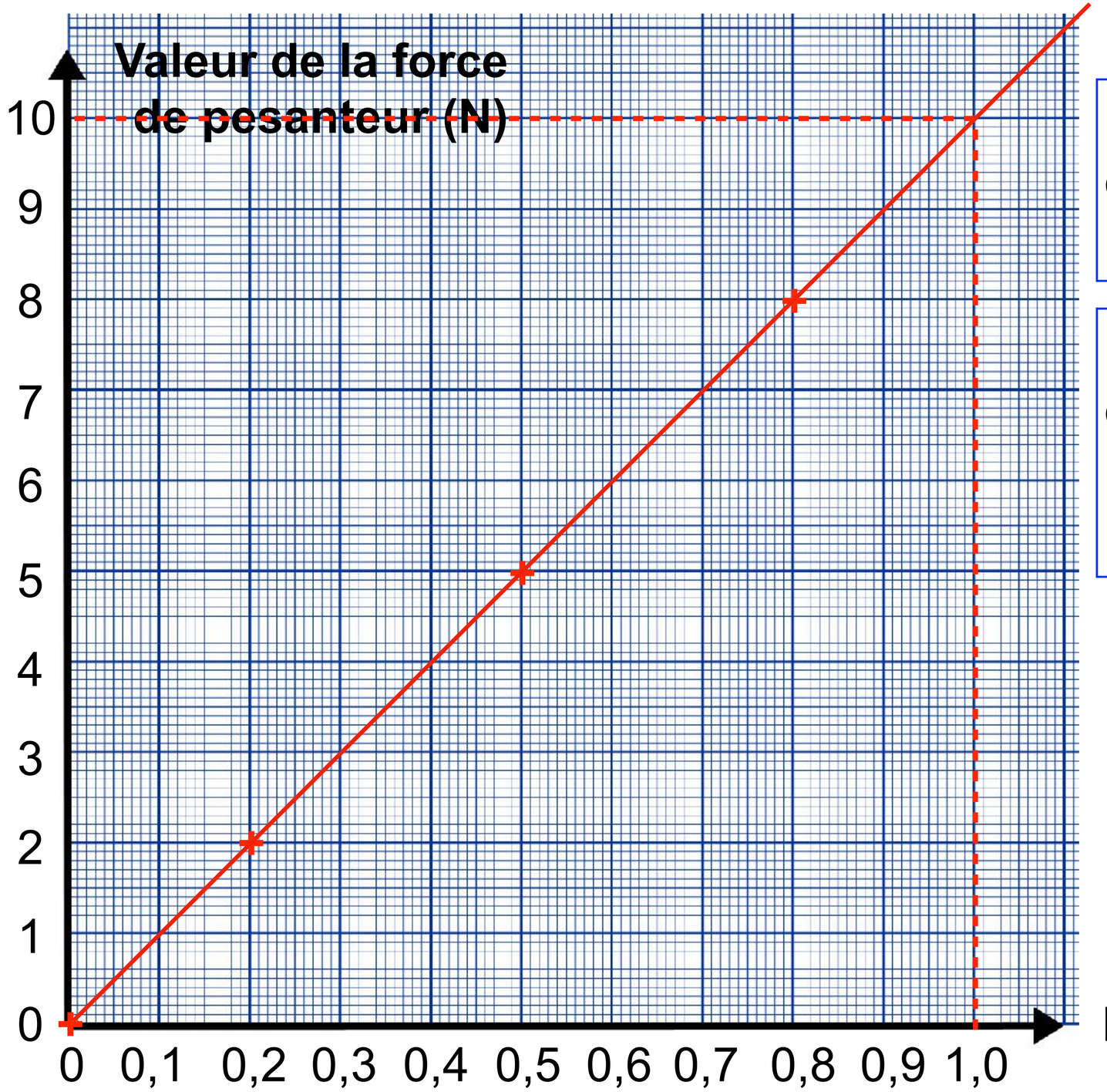
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Masse (en kg)** | 0,200 kg | 0,500 kg | 0,800 kg | 0 kg |
| **Valeur de la force de pesanteur (en N)** | 2 N | 5 N | 8 N | 0 N |




Graphique représentant la variation de la valeur de la force de pesanteur en fonction de la masse

| Masse (en kg) | 0,200 kg | 0,500 kg | 0,800 kg | 0 kg |
|---|---|---|---|---|
| Valeur de la force de pesanteur (en N) | 2 N | 5 N | 8 N | 0 N |

La valeur de la force de pesanteur P et la masse m d'un objet sont proportionnelles.




La valeur de la force de pesanteur P et la masse m d'un objet sont proportionnelles.

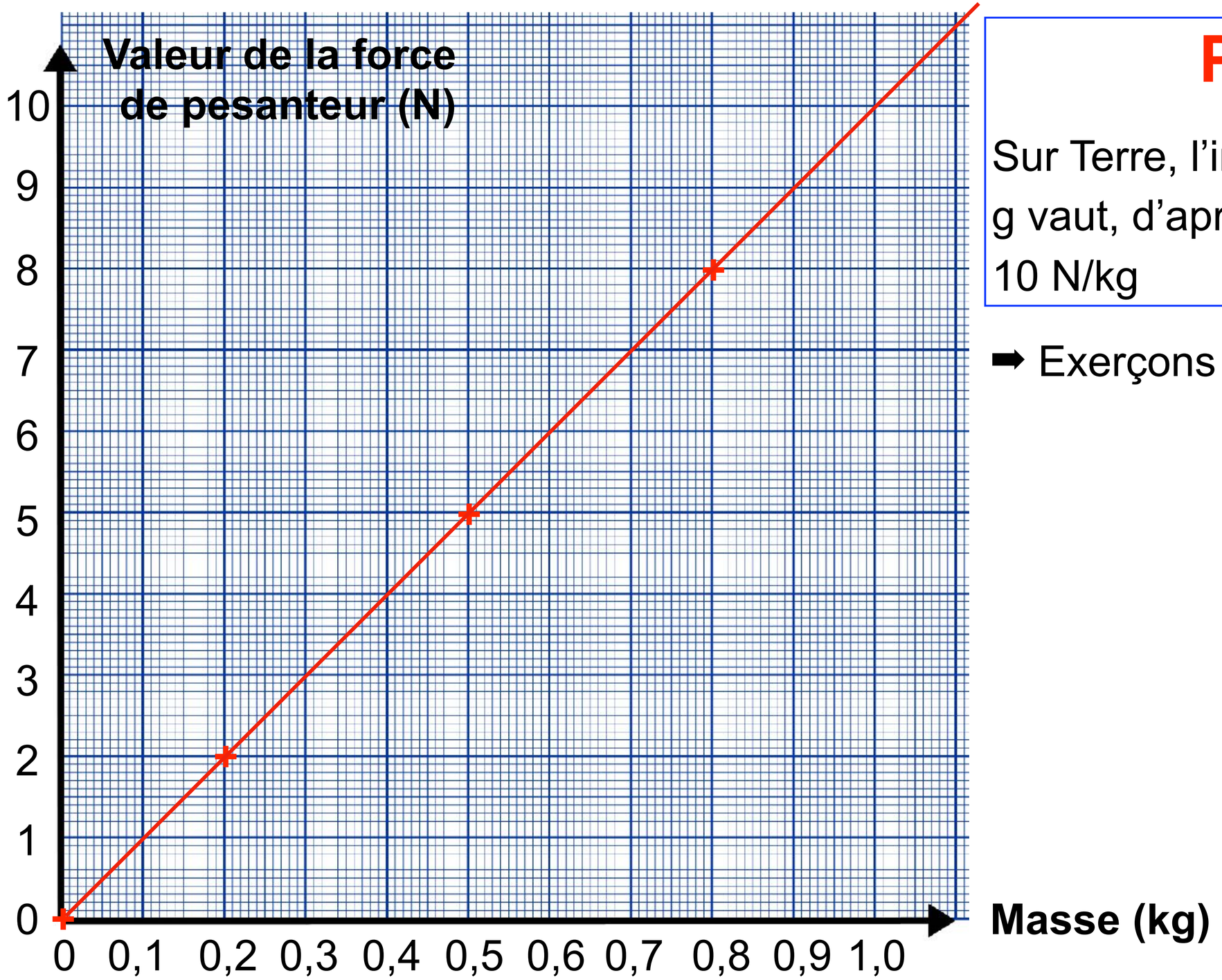
La valeur de la force de pesanteur P et la masse m d'un objet sont sont reliées par un coefficient de proportionnalité.

P = m x (un coefficient de proportionnalité)

P = m x (intensité de la pesanteur)

P = m x g

On trouve $g_{Terre}$ = 10 N/kg




**P = m x g**

Sur Terre, l'intensité de la pesanteur g vaut, d'après les mesures, environ 10 N/kg

➡ Exerçons notre esprit critique !

# Résolution du problème

## Etape 1 : comment calculer la valeur de la force de pesanteur ?

➡ Cette relation permet-elle, à partir de la mesure de la valeur de la force de pesanteur, de retrouver la masse d'un objet de masse connue ?

# Résolution du problème

## Etape 1 : comment calculer la valeur de la force de pesanteur ?

➡ Cette relation permet-elle, à partir de la mesure de la valeur de la force de pesanteur, de retrouver la masse d'un objet de masse connue ?

$$P = m \times g \Leftrightarrow \frac{P}{g} = m \times \frac{g}{g} \Leftrightarrow \frac{P}{g} = m \Leftrightarrow m = \frac{P}{g}$$

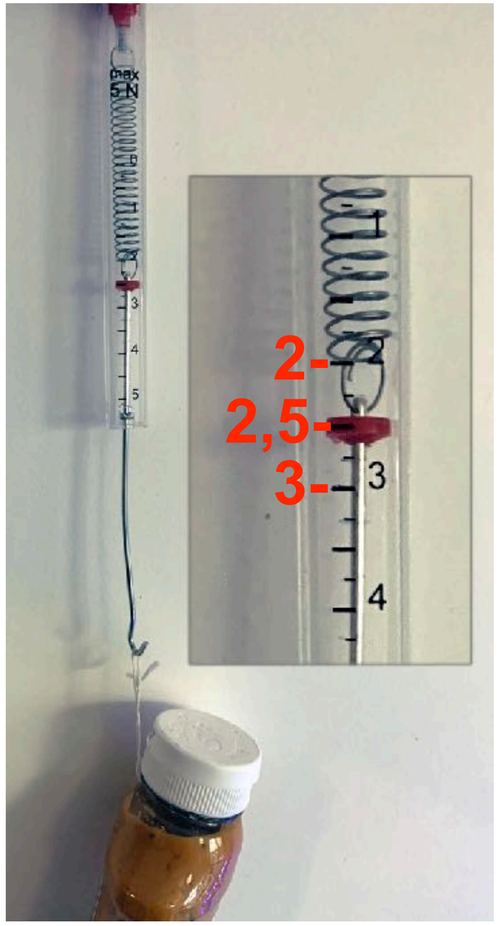
# Résolution du problème

## Etape 1 : comment calculer la valeur de la force de pesanteur ?

➡ Cette relation permet-elle, à partir de la mesure de la valeur de la force de pesanteur, de retrouver la masse d'un objet de masse connue ?

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

Or,




P = 2,5 N et g = 10 N/kg

$$\text{Donc } m = \frac{2{,}5\ \text{N}}{10\ \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 0{,}25\ \text{kg} = 250\ \text{g}$$

# Résolution du problème

## Etape 1 : comment calculer la valeur de la force de pesanteur ?

➡ Est-ce cohérent avec la loi de gravitation universelle ?

**Expression de la loi de gravitation universelle**

Deux corps de masses respectives $m_A$ et $m_B$ s'attirent avec des forces de mêmes valeurs.

La valeur de ces forces peut être calculée avec l'expression suivante :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

F est la valeur de la force (en newton, N)

G est la constante gravitationnelle, qui vaut : $6{,}67 \times 10^{-11}$ $N.m^2/kg^2$

$m_A$ est la masse de l'objet A (en kg)

$m_B$ est la masse de l'objet B (en kg)

d est la distance séparant l'objet A et l'objet B (en m)

# Résolution du problème

## Etape 1 : comment calculer la valeur de la force de pesanteur ?

➡ Pour un objet de masse $m_{objet}$, sur Terre

$$P_{objet} = F_{Terre/objet} = G \times \frac{m_{objet} \times m_{Terre}}{d^2}$$

$$P_{objet} = F_{Terre/objet} = m_{objet} \times \frac{G \times m_{Terre}}{d^2}$$

On calcule $\frac{G \times m_{Terre}}{d^2} = \frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 5{,}97 \times 10^{24}}{6\,371\,000^2} = 9{,}81$ N/kg

**Données :**

$G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ N.m²/kg²

Masse de la Terre $m_{Terre} = 5{,}97 \times 10^{24}$ kg

Distance Centre de la Terre/être humain = rayon de la Terre = 6 371 km = 6 371 000 m

# Résolution du problème

➡ Rappel de l'hypothèse que l'on veut vérifier : on pense que la valeur de la force de pesanteur, exercée par la Lune sur un astronaute lorsqu'il est sur la Lune, est inférieure à celle que la Terre exerce sur lui lorsqu'il est sur la Terre.

➡Après ce premier travail, on sait calculer la valeur de la force de pesanteur : **P = m x g**

➡Il faut maintenant connaître l'intensité de la pesanteur g sur la Lune.

# Résolution du problème

## Etape 2 : calcul de l'intensité de la pesanteur sur la Lune.

➡ Utilisons la loi de gravitation universelle

$$P_{objet} = m_{objet} \times g_{Lune} = G \times \frac{m_{objet} \times m_{Lune}}{d^2}$$

$$m_{objet} \times g_{Lune} = m_{objet} \times \frac{G \times m_{Lune}}{d^2}$$

$$g_{Lune} = \frac{G \times m_{Lune}}{d^2} \qquad g_{Lune} = \frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 7{,}3 \times 10^{22}}{1\,737\,000^2} = 1{,}6 \text{ N/kg}$$

**Données :**

G = $6{,}67 \times 10^{-11}$ N.m²/kg²

Masse de la Lune $m_{Lune}$ = $7{,}3 \times 10^{22}$ kg

Distance Centre de la Lune/être humain = rayon de la Lune = 1 737 km = 1 737 000 m

# Résolution du problème

## Etape 3 : calculs et représentations graphiques

➡ Calculs des valeurs des forces de pesanteur

Sur Terre : on sait que $P_{astronaute} = m_{astronaute} \times g_{Terre}$

Or, $m_{astronaute} = 80$ kg et $g_{Terre} = 9{,}81$ N/kg

Donc $P_{astronaute} = 80 \text{ kg} \times 9{,}81 \text{ N/kg} = 784{,}8 \text{ N}$

Sur la Lune : on sait que $P_{astronaute} = m_{astronaute} \times g_{Lune}$

Or, $m_{astronaute} = 80$ kg et $g_{Lune} = 1{,}6$ N/kg

Donc $P_{astronaute} = 80 \text{ kg} \times 1{,}6 \text{ N/kg} = 128 \text{ N}$

Sur la Lune : on sait que $P_{astronaute\ équipé} = m_{astronaute\ équipé} \times g_{Lune}$

Or, $m_{astronaute\ équipé} = 80 \text{ kg} + 72 \text{ kg} = 152$ kg et $g_{Lune} = 1{,}6$ N/kg

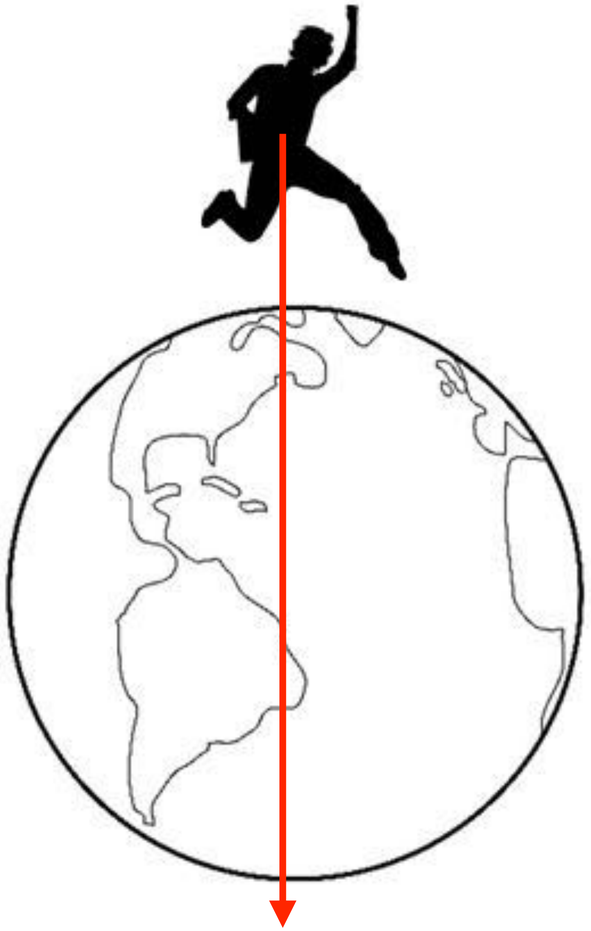
Donc $P_{astronaute\ équipé} = 152 \text{ kg} \times 1{,}6 \text{ N/kg} = 243{,}2 \text{ N}$

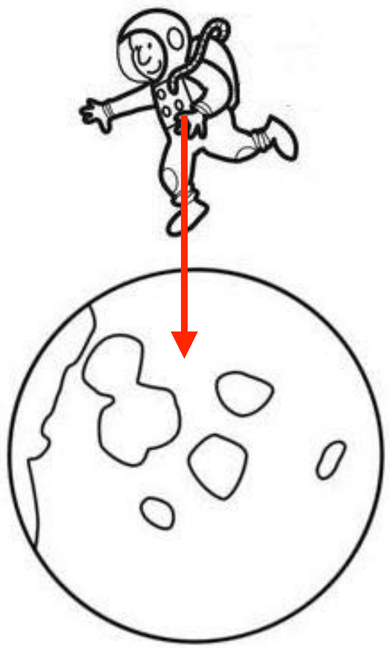
# Résolution du problème

## Etape 3 : calculs et représentations graphiques

➡ Représentations graphiques des forces

Sur Terre, la valeur de la force de pesanteur sur l'astronaute sans équipement est de 784,8 N.





Sur la Lune, la valeur de la force de pesanteur sur l'astronaute équipé est de 243,2 N.

**Echelle :**

↓ représente 100 N.

# Conclusion

➡ Rappel de la problématique :

*Comment expliquer que les astronautes puissent faire de tels bonds sur la Lune ?*

➡ Rappel de l'hypothèse :

*On pense que la valeur de la force de pesanteur, exercée par la Lune sur un astronaute lorsqu'il est sur la Lune, est inférieure à celle que la Terre exerce sur lui lorsqu'il est sur la Terre.*

➡ Notre hypothèse est-elle validée ?

*Notre hypothèse est validée. La valeur de la force de pesanteur, exercée par la Lune, sur un astronaute équipé, est de 243 N. Elle est inférieure, malgré l'équipement, à la valeur de la force de pesanteur, exercée par la Terre sur l'astronaute sans combinaison, qui est de 785 N environ.*

# Ce qu’il faut retenir

**Notion de force de pesanteur :**

La force de pesanteur qui s’exerce sur un objet, situé au voisinage de la Terre, modélise l’action à distance, due à la gravitation, que la Terre exerce sur lui.

Elle est dirigée selon la verticale du lieu (direction), et orientée vers le bas (sens).

C’est une force : sa valeur s’exprime en newton (N) et se mesure avec un dynamomètre.

On calcule cette valeur en utilisant la relation

$$P = m \times g$$

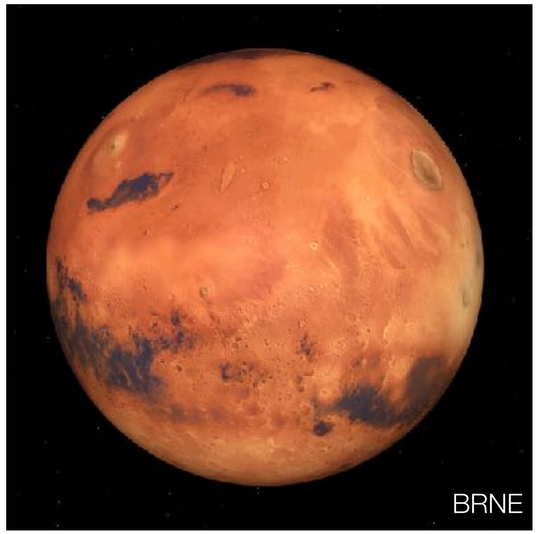
où P est la valeur de la force de pesanteur, en newton (N) ;

m est la masse de l’objet, en kilogramme (kg) ;

g est l’intensité de la pesanteur, en newton par kilogramme (N/kg).

# Jouons ensemble !

## Objectif Mars !




Dans les années 60, on rêvait d'aller sur la Lune. Maintenant, on rêve plutôt d'aller sur Mars.

Seulement, le voyage ne sera pas si simple car l'aller-retour durera au moins un an et demi.

L'équipage devra aussi se protéger des rayons cosmiques et autres radiations. L'apesanteur durant le voyage provoquera une perte musculaire, une fragilisation des os…

Sans oublier les effets psychologiques sur les astronautes : être confinés pendant au minimum 1 an et demi ne sera pas facile à gérer !

# Jouons ensemble !

## Objectif Mars !

Imaginons qu'un astronaute, ayant une masse d'environ 125 kg avec son équipement, pose le premier pas sur Mars.
L'intensité de la pesanteur sur Mars est de 3,7 N/kg alors que sur Terre, elle est de 9,8 N/kg.
L'intensité de la pesanteur est donc 2,6 fois moins importante sur Mars que sur Terre.

| Quelle est la masse de l'astronaute et de son équipement sur Mars ? | | | |
|---|---|---|---|
| A | B | C | D |
| 125 kg x 2,6 = 326 kg | 125 kg | 125 kg ÷ 2,6 = 48 kg | 2,6 fois moins élevée sur Mars que sur la Terre |

# Correction

## Objectif Mars !

Imaginons qu'un astronaute, ayant une masse d'environ 125 kg avec son équipement, pose le premier pas sur Mars.
L'intensité de la pesanteur sur Mars est de 3,7 N/kg alors que sur Terre, elle est de 9,8 N/kg.
L'intensité de la pesanteur est donc 2,6 fois moins importante sur Mars que sur Terre.

| Quelle est la masse de l'astronaute et de son équipement sur Mars ? | | | |
|---|---|---|---|
| A | B | C | D |
| 125 kg x 2,6 = 326 kg | 125 kg | 125 kg ÷ 2,6 = 48 kg | 2,6 fois moins élevée sur Mars que sur la Terre |

# Jouons ensemble !

## Objectif Mars !

Imaginons qu'un astronaute, ayant une masse d'environ 125 kg avec son équipement, pose le premier pas sur Mars.
L'intensité de la pesanteur sur Mars est de 3,7 N/kg alors que sur Terre, elle est de 9,8 N/kg.
L'intensité de la pesanteur est donc 2,6 fois moins importante sur Mars que sur Terre.

| La force de pesanteur exercée par Mars sur l'astronaute et son équipement : | | | |
|---|---|---|---|
| A | B | C | D |
| est exprimée en newton (N) | est exprimée en kilogramme (kg) | se mesure avec une balance | se calcule avec la relation P = m x g |

Plusieurs réponses possibles !

# Correction

## Objectif Mars !

Imaginons qu'un astronaute, ayant une masse d'environ 125 kg avec son équipement, pose le premier pas sur Mars.
L'intensité de la pesanteur sur Mars est de 3,7 N/kg alors que sur Terre, elle est de 9,8 N/kg.
L'intensité de la pesanteur est donc 2,6 fois moins importante sur Mars que sur Terre.

| La force de pesanteur exercée par Mars sur l'astronaute et son équipement : | | | |
|---|---|---|---|
| A | B | C | D |
| est exprimée en newton (N) | est exprimée en kilogramme (kg) | se mesure avec une balance | se calcule avec la relation P = m x g |

Plusieurs réponses possibles !

# Jouons ensemble !

## Objectif Mars !

Imaginons qu'un astronaute, ayant une masse d'environ 125 kg avec son équipement, pose le premier pas sur Mars.
L'intensité de la pesanteur sur Mars est de 3,7 N/kg alors que sur Terre, elle est de 9,8 N/kg.
L'intensité de la pesanteur est donc 2,6 fois moins importante sur Mars que sur Terre.

| Quelle est la force de pesanteur P exercée par Mars sur l'astronaute et son équipement ? | | | |
|---|---|---|---|
| A | B | C | D |
| P = 125 kg x 3,7 N/kg<br>P = 462,5 N | P = 125 kg ÷ 3,7 N/kg<br>P = 33,8 N | P = 125 N ÷ 2,6<br>P = 48 N | P = 125 N x 2,6<br>P = 325 N |

# Correction

## Objectif Mars !

Imaginons qu'un astronaute, ayant une masse d'environ 125 kg avec son équipement, pose le premier pas sur Mars.
L'intensité de la pesanteur sur Mars est de 3,7 N/kg alors que sur Terre, elle est de 9,8 N/kg.
L'intensité de la pesanteur est donc 2,6 fois moins importante sur Mars que sur Terre.

| Quelle est la force de pesanteur P exercée par Mars sur l'astronaute et son équipement ? | | | |
|---|---|---|---|
| A | B | C | D |
| P = 125 kg x 3,7 N/kg<br>P = 462,5 N | P = 125 kg ÷ 3,7 N/kg<br>P = 33,8 N | P = 125 N ÷ 2,6<br>P = 48 N | P = 125 N x 2,6<br>P = 325 N |

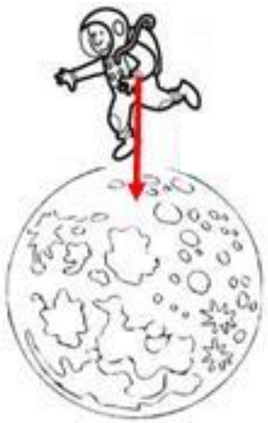
# Jouons ensemble !

## Objectif Mars !

**Quel est le segment fléché qui peut représenter la force de pesanteur exercée par Mars sur l'astronaute et son équipement ?**

A

B



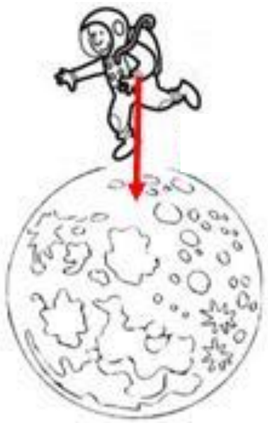
C

D

# Correction

## Objectif Mars !

**Quel est le segment fléché qui peut représenter la force de pesanteur exercée par Mars sur l'astronaute et son équipement ?**

| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
| |  | | |

# Correction

## Objectif Mars !

**Si tu as quasiment toutes les bonnes réponses :**
Bravo ! Tu as bien compris des points importants du programme qu’on traite habituellement en mécanique en 3è.

**S’il te manque encore trop de bonnes réponses :**
Tu sais ce qu’il te reste à faire ! Il faut revenir sur tes erreurs pour progresser. Rien de tel que le replay pour reprendre tranquillement les points qui t’échappent.

# Merci !

*« J’ai su que j’avais changé au cours de ces trois journées et que je n’appartenais plus uniquement à la Terre ; pour toujours, j’appartiendrai à l’Univers. »*

**Eugene Cernan**

Astronaute américain

(1934-2017)