

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date: .....

<b>Loi universelle de la gravitation</b>	
✔ Objectifs	👤 Classe
<input type="checkbox"/> L'étude de la loi de gravitation est l'occasion d'aborder qualitativement la notion d'interaction. <input type="checkbox"/> Exploiter l'expression littérale scalaire de la loi de gravitation universelle, la loi étant fournie. <input type="checkbox"/> Force de pesanteur et son expression $P = mg$ .	3 <sup>ème</sup>
	🕒 Durée
	1 h

## 1 Étude du lancer de marteau

📄 Document 1: Lancer du marteau

Présentation en vidéo du lancer de marteau (télécharger la vidéo pour que les sous-titres apparaissent).  
 Source: <https://www.olympics.com/fr/video/athletisme-lancer-du-marteau?uxreference=playlist>

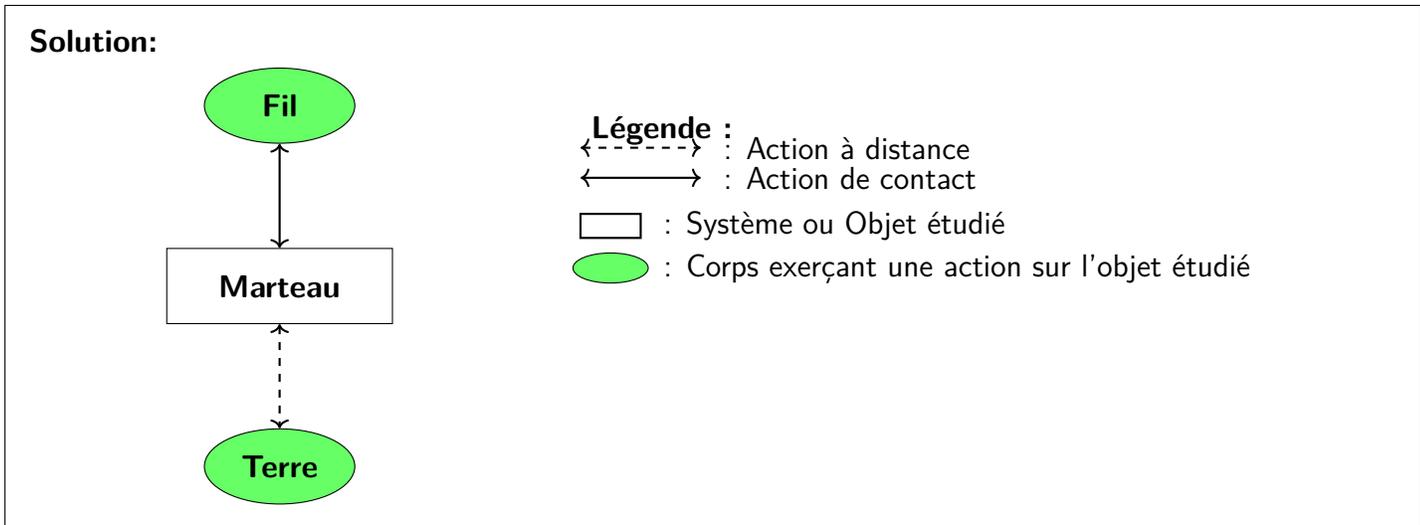



Figure 1: Phase 2 - les tours

1. Quelle est la nature du mouvement du marteau lors de la 2<sup>ème</sup> phase du lancer (les tours).

**Solution:** Le marteau a un mouvement circulaire accéléré.

2. Tracer le diagramme objet-interaction (DOI) du marteau lors de la 2<sup>ème</sup> phase du lancer (les tours).



3. Pourquoi le marteau ne s'échappe-t-il pas lors de cette phase ?

**Solution:** Le marteau est maintenu sur sa trajectoire circulaire par la force de traction du fil sur ce dernier.

4. Que se passe-t-il lorsque le lanceur lâche le fil ?

**Solution:** Le marteau s'échappe lorsque le lanceur lâche le fil.

5. Par analogie avec le lancer de marteau, expliquer pourquoi la Lune ne s'échappe pas et tourne autour de la Terre ?

**Solution:** La Lune décrit comme le marteau un mouvement circulaire autour de la Terre. Elle ne s'échappe pas car elle subit une force attractive de la part de la Terre: c'est la force de gravitation.

## 2 Loi universelle de la gravitation

### Document 2: Loi universelle de la gravitation

La force gravitationnelle est une **interaction attractive à distance**. Elle s'exerce sur tous les objets qui ont une masse, c'est pourquoi on la qualifie d'universelle.

La force gravitationnelle s'exerçant entre deux objets A et B peut être modélisée par deux forces notées  $F_{A/B}$  et  $F_{B/A}$  de **même direction, de même valeur mais de sens opposés**.

La valeur de ces forces est donnée par la relation suivante (à ne pas apprendre par cœur):

$$F = \mathcal{G} \times \frac{m_A \times m_B}{d^2} \quad (1)$$

Les unités à respecter sont:

- $F$  en Newton (N),
- $m_A$  et  $m_B$  en kilogramme (kg),
- $d$  en mètre (m),
- $\mathcal{G}$  est la constante universelle de gravitation avec  $\mathcal{G} = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ .

Pour l'ensemble du reste de l'activité, on donne les données suivantes:

- Masse de la Terre:  $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$ ,
- Masse de la Lune:  $M_L = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$ ,
- Distance entre le centre de la Terre et le centre de la Lune:  $d_{T-L} = 384\,400 \text{ km}$ ,
- Rayon de la Terre:  $R_T = 6378 \text{ km}$ ,
- Intensité de la pesanteur:  $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

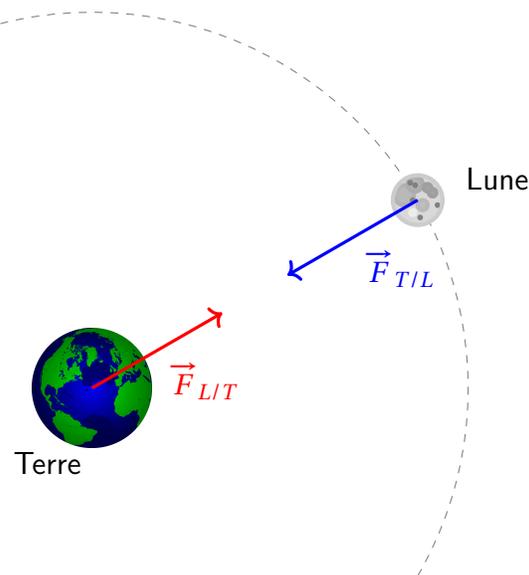
6. Représenter, sans considération d'échelle, la force qu'exerce la Terre sur la Lune  $F_{T/L}$  puis la force de la Lune sur la Terre  $F_{L/T}$ .

7. Calculer la valeur de la force qu'exerce la Terre sur la Lune  $F_{T/L}$ .

#### Solution:

$$\begin{aligned} F_{T/L} &= \mathcal{G} \frac{M_T \cdot M_L}{d_{T-L}^2} \\ &= 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \times \frac{5,97 \times 10^{24} \text{ kg} \times 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}}{(384\,400 \text{ km})^2} \\ &= 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \times \frac{5,97 \times 10^{24} \text{ kg} \times 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}}{(384\,400 \times 10^3 \text{ m})^2} \end{aligned}$$

$$F_{T/L} = 1,98 \times 10^{20} \text{ N}$$



8. Que vaut la force de la Lune sur la Terre  $F_{L/T}$  ?

$$\text{Solution: } F_{L/T} = F_{T/L} = 1,98 \times 10^{20} \text{ N}$$

### 3 Lien entre poids et gravitation

Soit une pomme de masse  $m = 150\text{ g}$  posée sur le sol. L'objectif de cette partie est de comparer poids et force de gravitation sur le sol terrestre.

9. Calculer la valeur de la force gravitationnelle qui s'exerce entre une pomme posée au sol et la Terre.

**Solution:** Je cherche la valeur de la force gravitationnelle qui s'exerce entre une pomme posée au sol et la Terre.

Je connais la masse de la pomme  $m = 150\text{ g}$ , la masse de la Terre  $M_T$  et comme la pomme est posée sur le sol, la distance entre son centre et le centre de la Terre est  $R_T$ .

Je calcule:

$$F_{T/P} = G \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}$$

$$= 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \times \frac{5,97 \times 10^{24} \text{ kg} \times 150 \text{ g}}{(6378 \text{ km})^2}$$

Je convertis  $m = 150 \text{ g} = 0,150 \text{ kg}$  et  $R_T = 6378 \text{ km} = 6378 \times 10^3 \text{ m}$ .

$$F_{T/P} = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \times \frac{5,97 \times 10^{24} \text{ kg} \times 0,150 \text{ kg}}{(6378 \times 10^3 \text{ m})^2}$$

$$F_{T/P} = 1,47 \text{ N}$$

La force de la Terre sur la Lune vaut 1,47 N.

10. Calculer la valeur du poids de la pomme posée au sol.

**Solution:** Le poids est calculé par:

$$P = m \times g$$

$$= 0,150 \text{ kg} \times 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$P = 1,47 \text{ N}$$

11. Conclure sur le lien entre le poids et la force de gravitation pour un objet posé sur la surface de la Terre.

**Solution:**  $F_{T/P} \approx P$

Le poids d'un objet à la surface de la Terre est environ égal à la force de gravitation exercée par la Terre sur cet objet.