

Forces et interactions

Chapitre 2

I. Modélisation d'une interaction.

Deux corps sont en interaction si le mouvement de l'un dépend de la présence de l'autre et réciproquement. On dit que : chacun de ces corps exerce une action mécanique sur l'autre.

Cette action est créée par un autre corps qui peut :

- être au contact du système (action de contact).
- être à distance du système (action à distance).

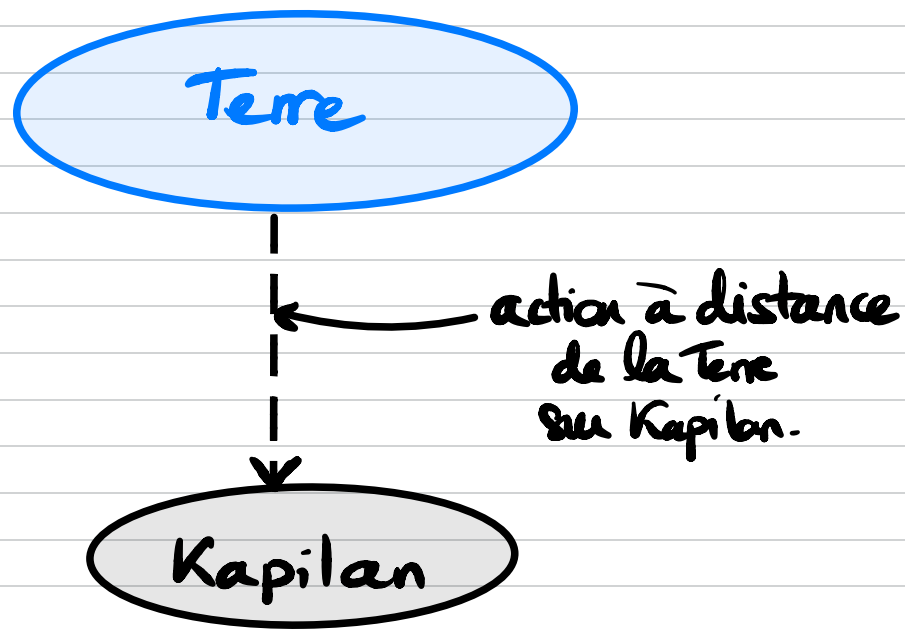
↳ exemple : . le sol exerce sur les objets posés à sa surface une action de contact (appelée réaction . du sol)

- . la Terre exerce sur tout corps une action à distance (appelée gravité .).

Pour modéliser ces interactions, on peut utiliser un diagramme objet-interaction (DOI). Les objets sont représentés par des bulles, les interactions de contact par des flèches pleines et celles à distance

par des flèches à pointillés.

Exemple:



DOI: Terre - Kaplan

II. Caractérisation d'une force.

Une action mécanique exercée par un corps en interaction avec un autre corps peut être modélisée par une force caractérisée par:

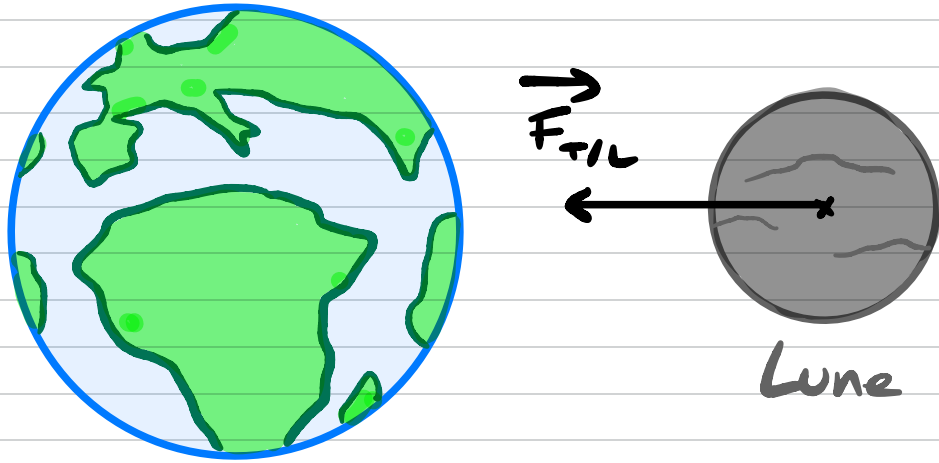
* une direction

* un sens

* une valeur (exprimée en Newton (N)).

↳ la force est représentée par un segment fléché dont la longueur est proportionnelle à la valeur de la force.

Exemple:



La Terre

Force gravitationnelle exercée par la Terre
sur la Lune.



sol

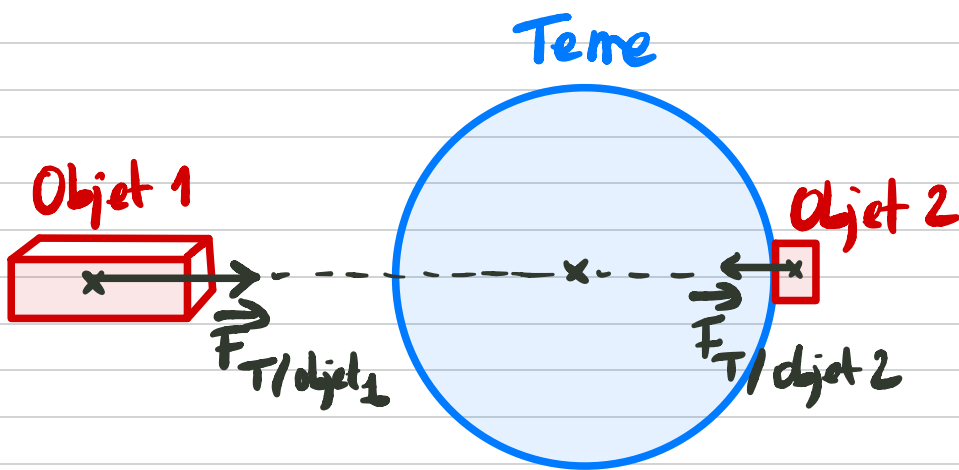
Force exercée par le sol sur
la roue de la F1.

III. Force gravitationnelle et poids.

1) Force gravitationnelle exercée par la Terre.

La Terre peut être modélisée par une sphère dont le rayon est égal à $R_T = 6400 \text{ km}$ et la masse à $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

Tout objet de masse m situé à une distance d du centre de la Terre est soumis à une action de la Terre modélisée par la force gravitationnelle.



→ la force gravitationnelle a pour **droite d'action** la droite passant par les centres de l'objet et de la Terre et son **sens** est dirigé vers le centre de la Terre.

→ la force gravitationnelle a pour expression littérale:

$$F = G \times \frac{M_T \times m_{\text{objet}}}{d^2}$$

force exercée par la Terre sur l'objet.

$$F = G \times \frac{M_T \times M_{\text{objet}}}{d^2}$$

Units: F (N), G (?), M_T (kg), M_{objet} (kg), d^2 (m^2).

Dimensional analysis: $kg \times kg = kg^2$

$$F = G \frac{M_T m_{\text{objet}}}{d^2}$$

(Note: F , G , M_T , m_{objet} , and d^2 are highlighted in green in the original image.)

$$F \times d^2 = G \times M_T m_{\text{objet}}$$

(Note: $M_T m_{\text{objet}}$ is circled in purple in the original image.)

$$\frac{F d^2}{M_T m_{\text{objet}}} = G$$

Units: $F d^2$ (N m^2), $M_T m_{\text{objet}}$ (kg^2), G ($\frac{N \cdot m^2}{kg^2} = N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$).

G est la constante de gravitation.

d est la distance séparant les centres de l'objet et la Terre.

F est une force donc s'exprime en Newton (N).

2) La force de pesanteur.

La **force de pesanteur** (ou poids) notée P est une force qui s'exerce sur chaque objet de masse m à la surface de la Terre. Son expression littérale est :

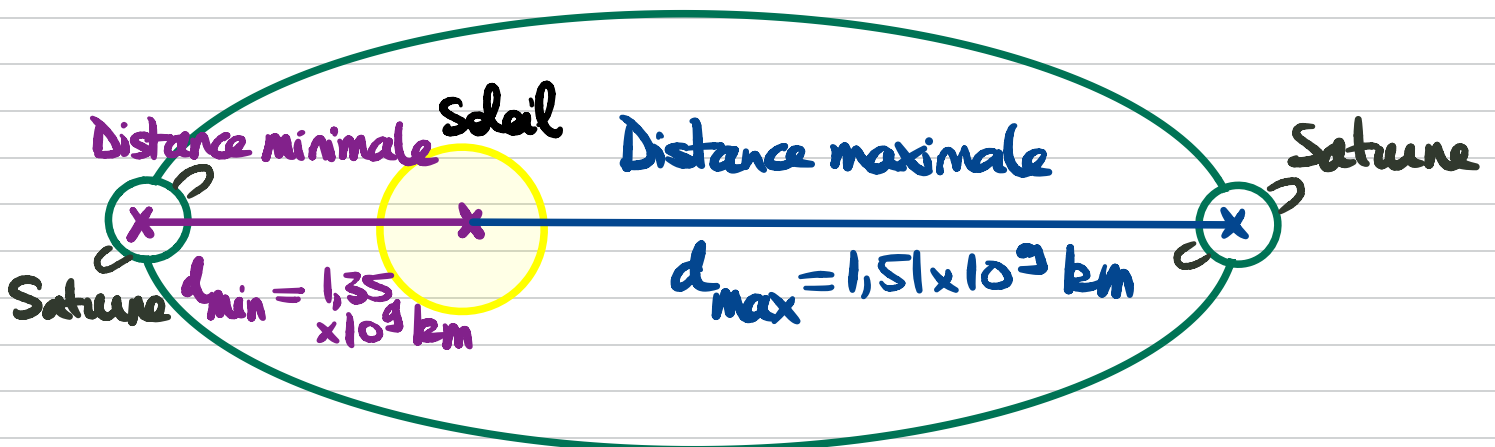
$$P = m_{\text{objet}} \times g$$

Force en
Newton (N).

kg

intensité de la pesanteur
 $\approx 9,8 \text{ N/kg}$.

Application :



- Calculer la plus grande valeur de la force gravitationnelle exercée par le Soleil sur Saturne.
- Idem pour la plus petite des valeurs de cette force.

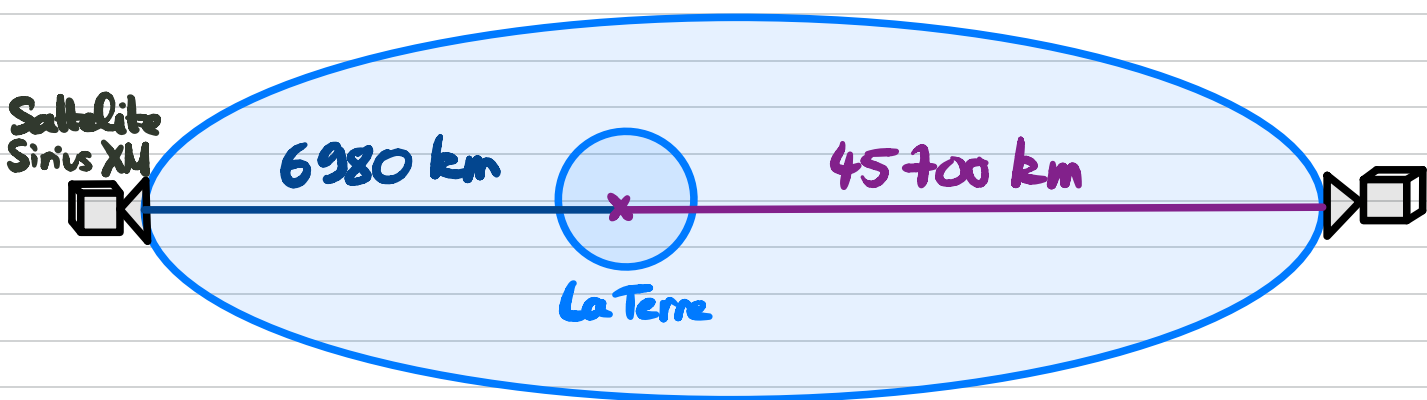
Données: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{kg}^2 / \text{m}^2$.

$M_{\text{Soleil}} = 3,00 \times 10^{30} \text{ kg}$.

$M_{\text{Saturne}} = 5,69 \times 10^{26} \text{ kg}$.

Exercice: De la radio par satellite.

On étudie le satellite Sirius XM. Il s'agit d'un satellite de télécommunication qui permet aux Américains d'accéder à environ 125 chaînes musicales, 13 chaînes d'information et 20 chaînes locales. Il se déplace sur une orbite elliptique élevée autour de la Terre.



- 1) Calculer la force gravitationnelle exercée par la Terre sur le satellite au point le plus éloigné.
- 2) Calculer la force gravitationnelle exercée par la Terre sur le satellite au point le plus proche.

Correction exercice Saturne autour du Soleil:

$$F_{\text{Soleil/Saturne}}^{\text{maximale}} = G \times \frac{M_{\text{Soleil}} \times M_{\text{Saturne}}}{d_{\text{min}}^2}$$

Application numérique:

$$d_{\text{min}} = 1,35 \times 10^9 \text{ km} = 1,35 \times 10^9 \times 10^3 \text{ m} \\ = 1,35 \times 10^{9+3} \text{ m}$$



Convertir

d en mètre (m)!

$$d_{\text{min}} = 1,35 \times 10^{12} \text{ m.}$$

$$F_{\text{Soleil/Saturne}}^{\text{maximale}} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{3,00 \cdot 10^{30} \times 5,69 \cdot 10^{26}}{(1,35 \times 10^{12})^2}$$

$$F_{\text{Soleil/Saturne}}^{\text{maximale}} = 6,25 \times 10^{22} \text{ N.}$$

3) Comparer les valeurs des deux forces.

Exercice: Sophia sur la Lune.

La spationaute Sophia est envoyée en mission sur la Lune. Sa masse m avec tout l'équipement est égale à 105 kg.

- 1) Quel est le poids de Sophia sur la Lune ?
- 2) Quel est le poids de Sophia sur la Terre ?
- 3) Le poids est-il une force de contact ou à distance ?
- 4) Comparer les résultats trouvés questions 1 & 2 ?
- 5) Représenter ces forces sur un même schéma à l'échelle.

Données: • Intensité de la pesanteur sur la Terre:

$$g_T = 9,800 \text{ N/kg.}$$

• Intensité de la pesanteur sur la Lune:

$$g_{\text{Lune}} = 1,622 \text{ N/kg.}$$

• Masse de la Lune: $M_{\text{Lune}} = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg.}$

Correction Sophia sur la lune :

$$\begin{aligned} 1) \quad P_{\text{Sophia-Lune}} &= m_{\text{Sophia}} \times g_{\text{Lune}} \\ &= 105 \times 1,622 \end{aligned}$$

$$P_{\text{Sophia-Lune}} = 170 \text{ N.}$$

$$\begin{aligned} 2) \quad P_{\text{Sophia-Terre}} &= m_{\text{Sophia}} \times g_{\text{T}} \\ &= 105 \times 9,8 \end{aligned}$$

$$P_{\text{Sophia-Terre}} = 1029 \text{ N.}$$

3) Le poids est une action à distance.

(pas de contact entre Sophia et la Lune / La Terre).

4) On remarque que le poids de Sophia sur la Terre est bcp + grand que son poids sur la Lune.

$$\frac{1029}{170} \approx 6. \rightarrow \text{environ 6 fois + grand.}$$