

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).

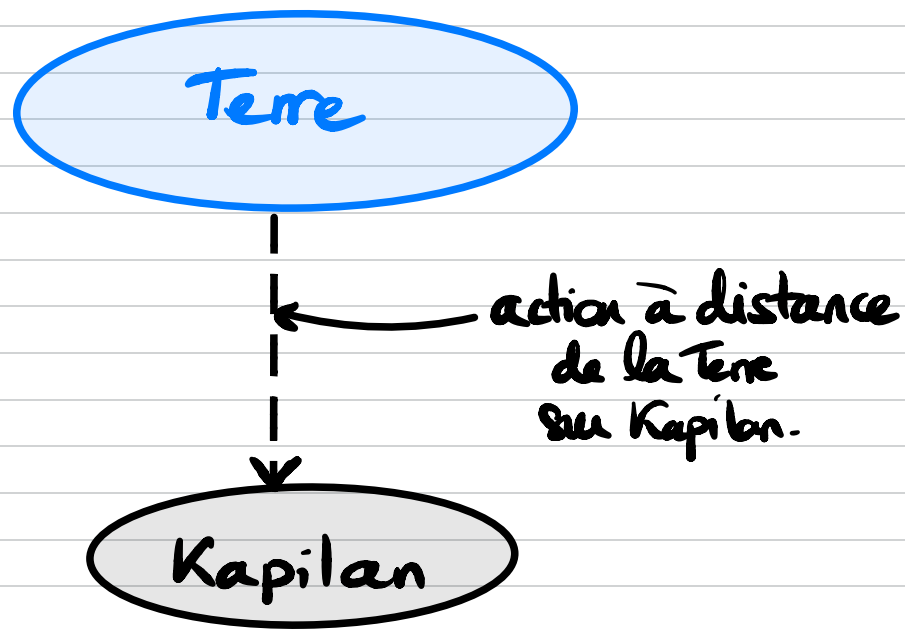
↳ exemple : . le sol exerce sur les objets posés à sa surface une action de contact (appelée réaction . du sol)

- . 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:

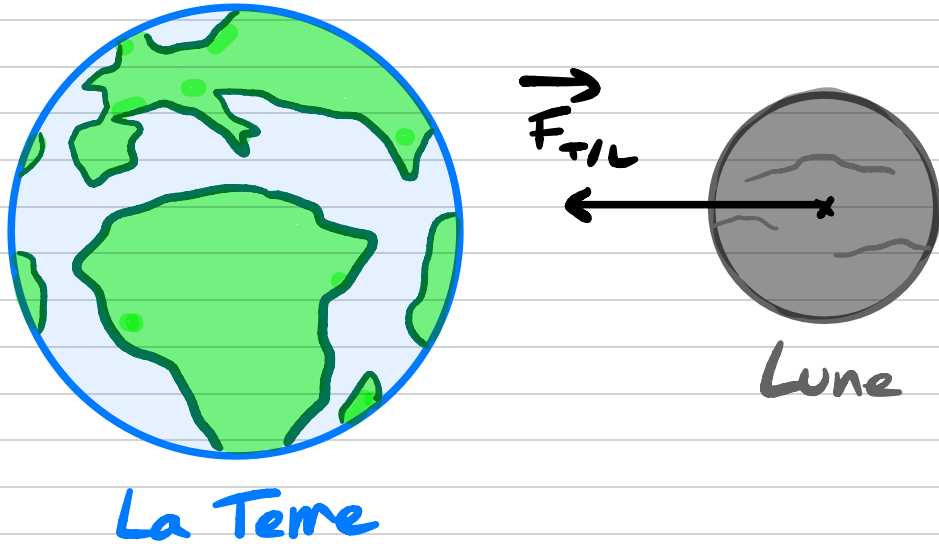
* une direction

* un sens

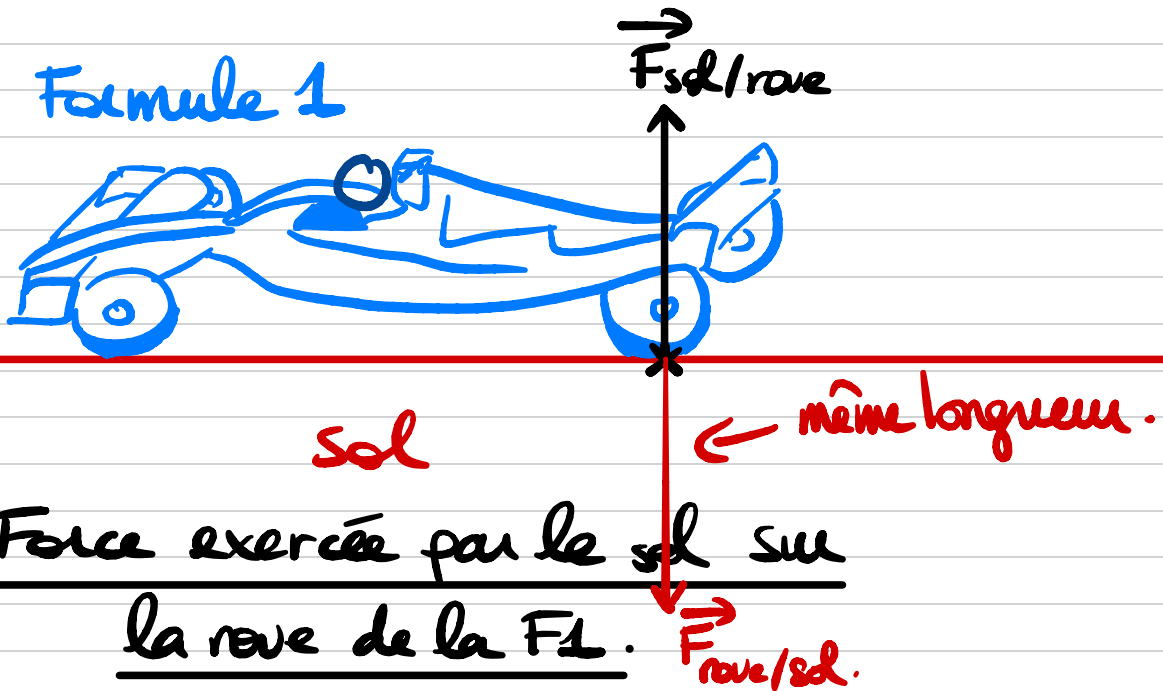
* une valeur (exprimée en Newton (N)).

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

Exemple:



Force gravitationnelle exercée par la Terre sur la Lune.



Dessiner l'action du pneu sur le sol.
(en rouge)

Caractéristiques de $\vec{F}_{roue/sol}$:

- même point d'application
- même direction
- sens opposé (vers le bas)
- même valeur.

Exemple 1:

↳ caractéristiques de la force exercée par la Terre sur la lune:

* **point d'application**: centre de la lune.

* **direction**: horizontale

* **sens**: du centre de la lune vers le centre de la Terre.

* **valeur/intensité**: $F_{\text{Terre/Lune}}$ en Newton (N).

Exemple 2: Force exercée par le sol sur un pneu: $F_{\text{sol/pneu}}$.

* **point d'application**: point de contact entre le sol et le pneu.

* **direction**: verticale.

* **sens**: vers le haut

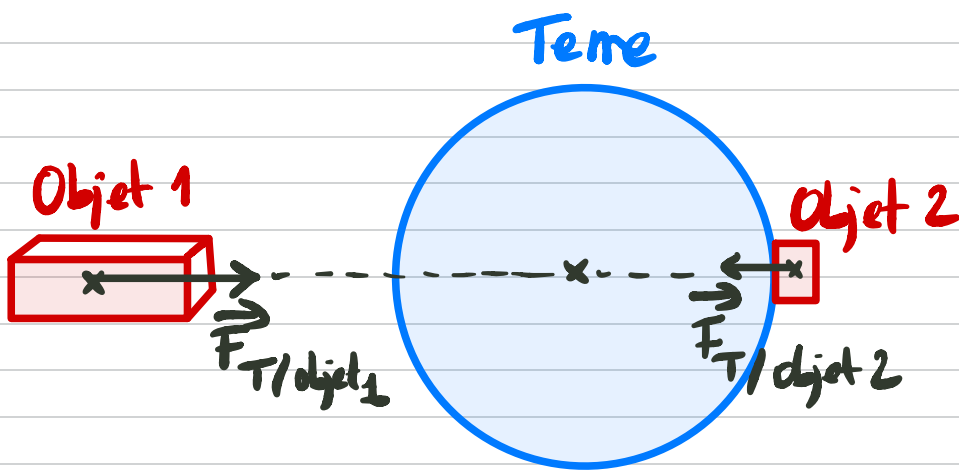
* **valeur/intensité**: $F_{\text{sol/pneu}}$ en Newton (N).

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.

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

F (N) G (?) M_T (kg) M_{objet} (kg) d^2 (m^2) $kg = kg^1$

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

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

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

$$\frac{N \cdot m^2}{kg^2}$$

$$\frac{N \times m^2}{kg^2} = N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$$

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 :

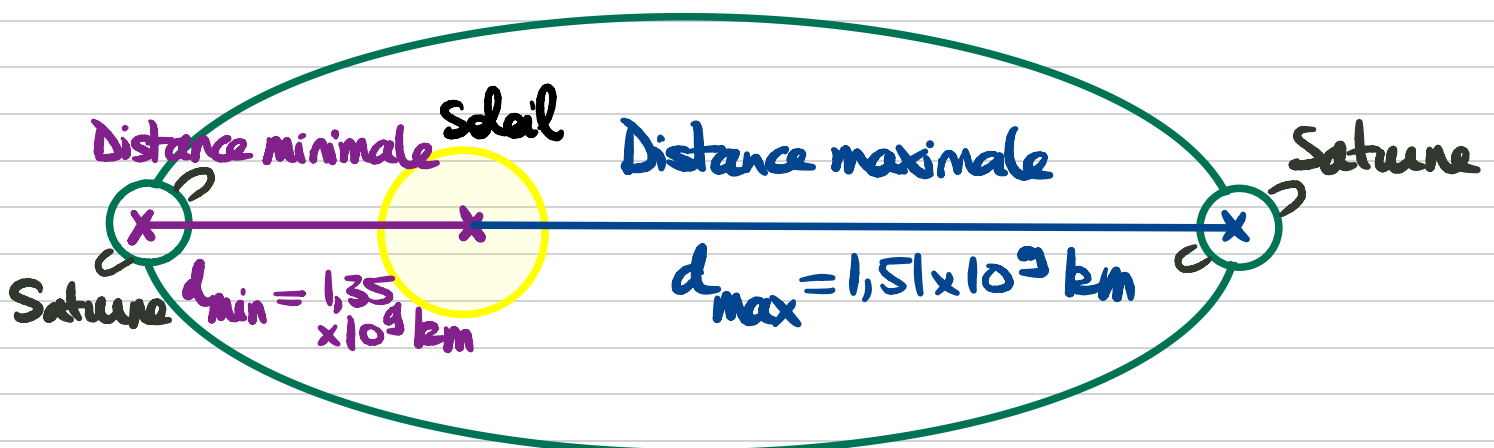
$$P = m_{\text{objet}} \times g$$

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

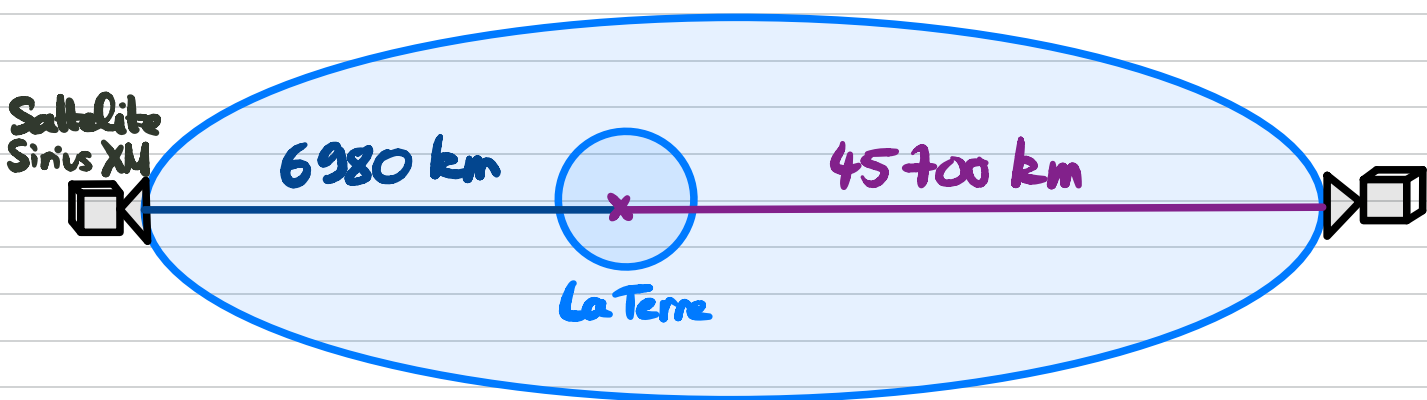
$$M_{\text{Soleil}} = 3,00 \times 10^{30} \text{ kg}.$$

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

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

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.

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