

CHAPITRE 2 **DE L'ACTION A LA FORCE** **LA GRAVITATION UNIVERSELLE**

⇒ **Activité : comment modéliser une action ?**

**Lire et faire le travail
puis ranger l'activité dans une pochette en
plastique rangée avant le chap2
+ ex représentation de forces**

I) Comment modéliser (=représenter) une action ?

**COLLER LE DOC
A COMPLETER**

Situation : Lors d'un revers au tennis, on frappe la balle à l'aide d'une raquette.



- **L'objet d'étude** est la balle.
- **Le référentiel** est le terrain de tennis.
- **Les actions exercées sur l'objet d'étude** par des objets extérieurs à ce dernier sont :
 - l'action de la raquette+joueur sur la **balle**
 - l'action de la Terre sur la **balle**
 - l'action de l'air sur la **balle**

Pour étudier le **mouvement d'un objet d'étude**, il faut prendre en compte les **actions** qui s'exercent sur lui, car une action qui s'exerce sur un objet peut :

- le mettre en mouvement
- modifier sa trajectoire
- modifier sa vitesse

Il existe plusieurs types d'action :

- des actions de **contact** ou **à distance**
- des actions **localisées** ou **réparties**

Un **diagramme objet-actions** est la représentation de l'objet étudié et des actions avec les autres objets de l'espace environnant.

L'action est représentée par un segment fléché appelé **vecteur force notée $F_{\text{donneur/receveur}}$** .

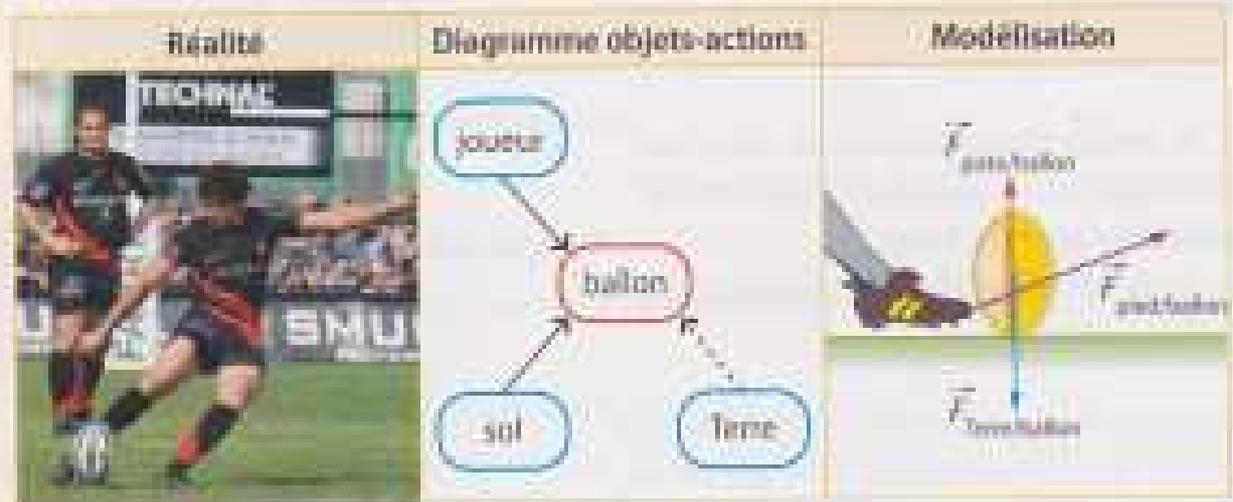


Ce vecteur force F a 4 caractéristiques :

- **une direction** : celle de l'action
- **un sens** : celle de l'action
- **une origine** : le point d'application de l'action
- **une longueur** : proportionnelle à l'intensité de l'action

Exemple

Bilan des actions mécaniques s'exerçant sur ballon de rugby au moment du coup de pied du joueur :



Le ballon est donc soumis à trois actions mécaniques :

- l'action mécanique exercée par le pied du joueur ;
- l'action mécanique exercée par le sol ;
- l'action mécanique exercée par la Terre.

Remarque :

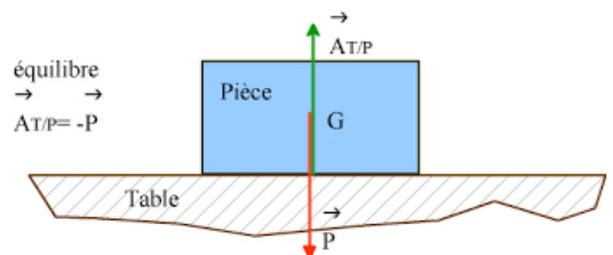
Un objet est en équilibre statique, c'est à dire **immobile**, si les **forces** appliquées sont **opposées**.

Ces forces sont :

- de même direction
- de même valeur (même longueur)
- de sens opposés

Exemple : un objet (une trousse) est posé sur une table, il est en équilibre statique, les 2 forces qui s'exercent sur l'objet $F_{\text{table}/\text{objet}}$ et $F_{\text{Terre}/\text{objet}}$ sont opposées, elles ont :

- la même direction (= verticale) (= verticale)
- la même valeur (= même longueur)
- des sens opposés (vers le haut et vers le bas)
- origines différentes



Exercice n°1 : un âge avancé

Le dessin ci-contre montre un personnage endormi appuyé sur sa canne. 1) Faire la liste (l'inventaire) des objets qui exercent une action sur le système «canne».



2) Établir un diagramme objets-actions pour la canne.

3) Représenter en différentes couleurs les 3 actions exercées sur la canne, sur le schéma ci-contre, sans se soucier de la longueur des flèches (vecteurs). Ajouter les noms des actions.

$F_{M/C}$, $F_{T/C}$ et $F_{S/C}$

II) La gravitation universelle

L'action exercée par la Terre sur la Lune est une action à distance. Elle est répartie dans toute la Lune. La Terre attire la Lune de la même façon que la Lune attire la Terre : c'est une interaction.

Au XVII^e siècle, Isaac Newton affirme que deux corps quelconques A et B sont en interaction gravitationnelle, du fait qu'ils possèdent une masse : tout corps A exerce une attraction gravitationnelle sur un autre corps B et réciproquement. Tous les corps possédant une masse s'attirent mutuellement, cette force modélise une action mécanique à distance :

⇒ **Activité documentaire**

**Lire et faire le travail
et le rendre !!
Ranger l'étude documentaire**

Comment modéliser la gravitation universelle ?

D1 Lire et comprendre des documents scientifiques □

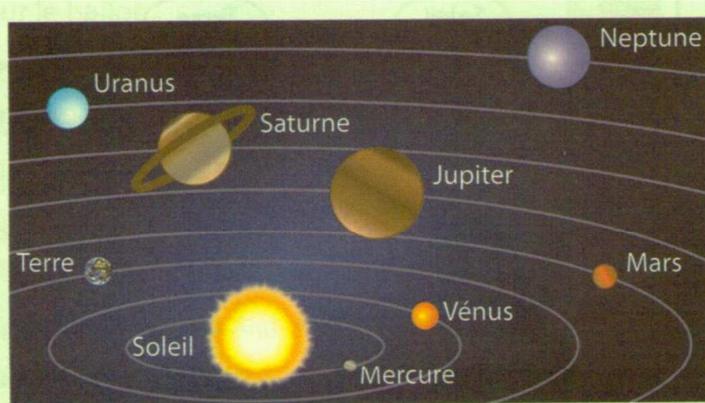


Fig. 1 Représentation du système solaire

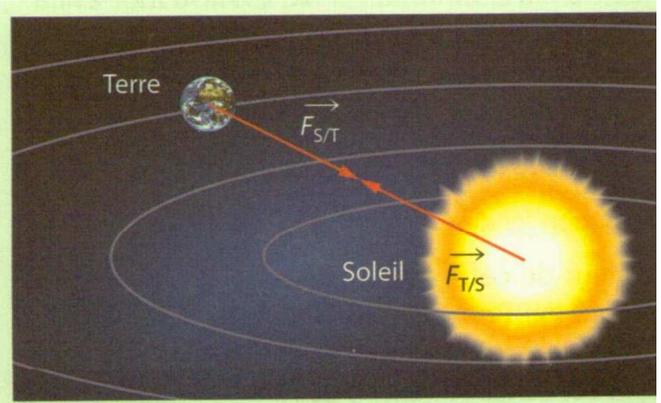


Fig. 2 Interaction gravitationnelle Soleil-Terre

Notre système solaire est constitué d'un Soleil et de 8 planètes dont la Terre qui tournent autour. On dit qu'elles gravitent autour du Soleil.

Le Soleil exerce une action à distance, attractive, due à sa masse, sur chaque planète. Cette attraction diminue lorsque la distance augmente.

Chaque planète possède une masse importante et attire aussi le Soleil. Cette attraction a peu d'effets car la masse du Soleil reste beaucoup plus grande que celle des planètes.

Le Soleil et les planètes sont donc en interaction attractive à distance : c'est **l'interaction gravitationnelle** ou **gravitation universelle**.

La force d'attraction gravitationnelle exercée par le Soleil sur la Terre notée $F_{S/T}$ a les caractéristiques suivantes :

- direction : la droite passant par les centres des 2 astres.
- sens : de la terre vers le Soleil
- point d'application : le centre de la Terre
- valeur : $F_{S/T} = G \times M_S \times M_T / d^2$

F est en newton (N)

$G = 6,67 \times 10^{-11}$ SI

M_S masse du Soleil en kg

M_T masse de la Terre en kg

d distance entre le centre de la Terre et le centre du Soleil en m

Sur une feuille simple coller cette étude documentaire et répondre aux questions.

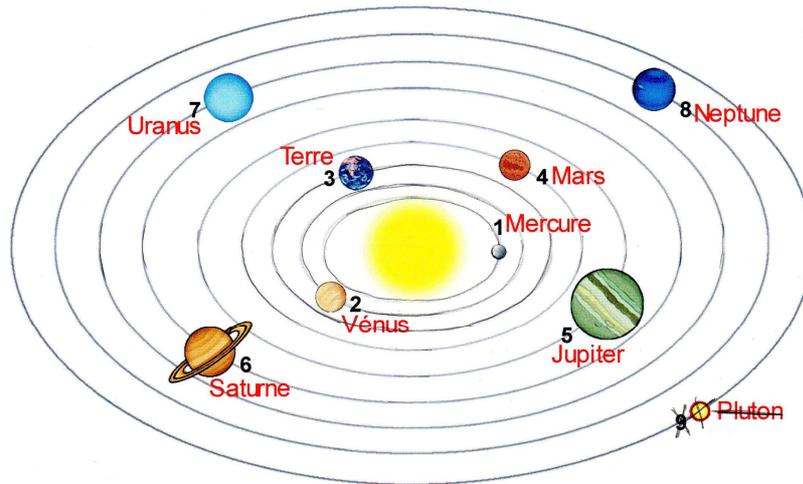
Extraire des informations

- 1) Comment est l'action exercée par le Soleil sur les planètes ?
- 2) En observant la figure 2, donner les 4 caractéristiques de la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur le Soleil notée $F_{T/S}$.
- 3) En observant les 2 forces représentées sur la figure 2, dites quelles sont les caractéristiques communes entre la force d'interaction gravitationnelle exercée par le Soleil sur la Terre (notée $F_{S/T}$) et celle exercée par la Terre sur le Soleil (notée $F_{T/S}$) ?
- 4) Quelles sont les caractéristiques différentes entre ces 2 forces (voir la fig2) ?

Interpréter

- 5) Pourquoi parle-t-on «d'interaction» entre le Soleil et les planètes?
- 6) Pourquoi les forces $F_{S/T}$ et $F_{T/S}$ ont-elles la même valeur et donc la même longueur ?

Le système solaire est décrit très abondamment dans la littérature et sur Internet (voir dans Google, "système solaire images" et même "système solaire animations"). Voir le site www.planete-astronomie.com



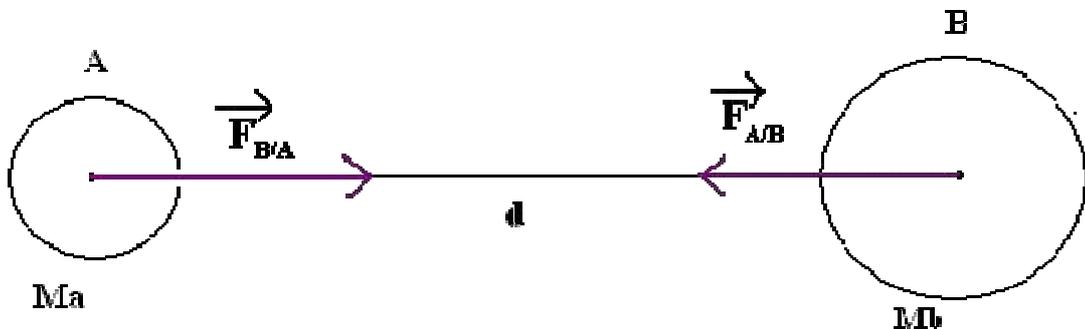
⇒ **Conclusion :**

Les planètes se maintiennent sur leurs orbites grâce à l'**action attractive** exercée par le Soleil.

Les planètes attirent le Soleil de la même façon que le Soleil attire les planètes. Il s'agit d'une **interaction gravitationnelle**.

L'interaction gravitationnelle existe entre 2 objets possédant une **masse notée m**. Elle diminue lorsque la **distance notée d** entre les 2 objets augmente.

Si un objet A exerce sur un objet B une force d'attraction gravitationnelle $\mathbf{F}_{A/B}$ alors l'objet B exerce réciproquement une force d'attraction gravitationnelle $\mathbf{F}_{B/A}$ de **même direction, de même valeur et de sens opposé.**



La valeur de l'attraction gravitationnelle est calculée par la relation :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \times M_A \times M_B / d^2$$

avec

$G = 6,67 \times 10^{-11}$ = constante universelle de gravitation

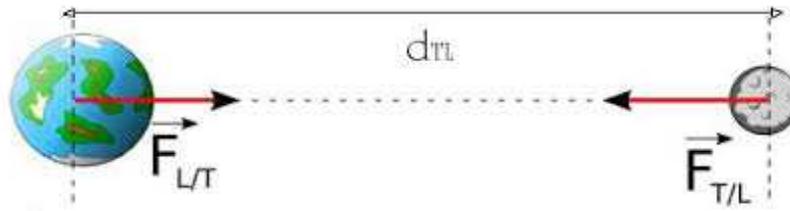
masse m en kg

distance d en m

force F en newton N

Exercice n°2 : Et la Lune dans tout ça ?

La Terre exerce sur la Lune une action attractive, à distance et répartie, dont la valeur vaut environ $2,0 \times 10^{20}$ N. Elle est modélisée par le vecteur $F_{T/L}$.



1) a) Entourer en rouge sur le schéma le vecteur force modélisant l'action exercée par la Terre sur la Lune.

b) Quelles sont les 4 caractéristiques (direction, sens, point d'application, valeur) du vecteur force modélisant l'action exercée par la Terre sur la Lune $F_{Terre/Lune}$?

2) a) Entourer en bleu sur le schéma le vecteur force modélisant l'action exercée par la Lune sur la Terre.

b) Quelles sont les 4 caractéristiques (direction, sens, point d'application, valeur) du vecteur force modélisant l'action exercée par la Lune sur la Terre $F_{Lune/Terre}$?

3) Comment sont les 2 forces $F_{Lune/Terre}$ et $F_{Terre/Lune}$ l'une par rapport à l'autre ?

1)

a) Vecteur force $F_{T/L}$ à droite

b) Les 4 caractéristiques du vecteur force $F_{Terre/Lune}$ sont :

- Origine : centre de la Lune
- Direction : horizontale
- Sens : de la Lune vers la Terre
- valeur ou intensité : $F_{T/L} = 2,0 \times 10^{20}$ N

2)

a) Vecteur force $F_{L/T}$ à gauche

b) Les 4 caractéristiques du vecteur force $F_{Lune/Terre}$ sont :

- Origine : centre de la Terre
- Direction : horizontale
- Sens : Terre vers Lune
- valeur ou intensité : $F_{L/T} = 2,0 \times 10^{20}$ N

3) Les **2 forces sont opposées** : elles ont même direction, même valeur mais ont des sens opposés. $F_{L/T} = 2,0 \times 10^{20}$ N = $F_{T/L}$

Exercice n°3 : Le système Terre-Lune

1) Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle qu'exerce la Terre sur la Lune.

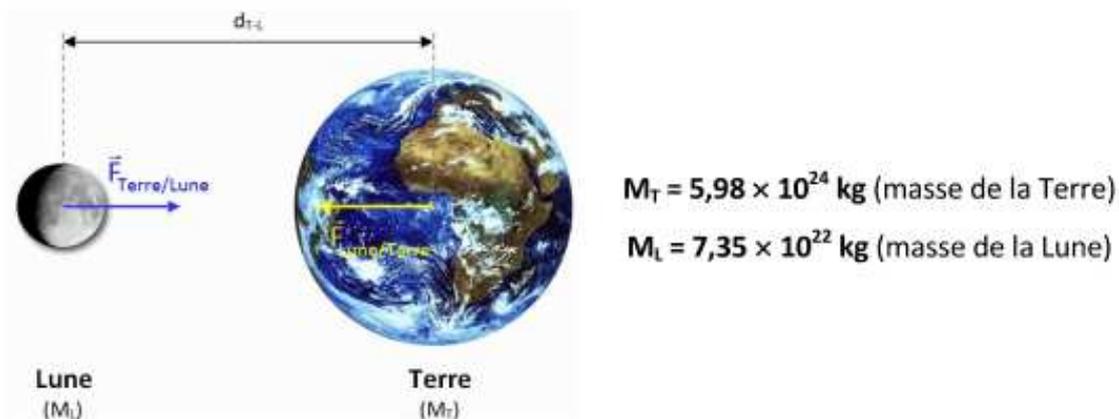
Données : $M_{\text{Terre}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$

$M_{\text{Lune}} = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$

$d_{\text{Terre-Lune}} = 3,83 \times 10^8 \text{ m}$

$G = 6,67 \times 10^{-11}$

2) Que dire de la valeur de la force d'attraction gravitationnelle qu'exerce la Lune sur la Terre ?



$$F_{\text{Terre/Lune}} = F_{\text{Lune/Terre}} = G \frac{M_T \times M_L}{d_{T-L}^2}$$

Exercice n°1 : un âge avancé

Le dessin ci-contre montre un personnage endormi appuyé sur sa canne.

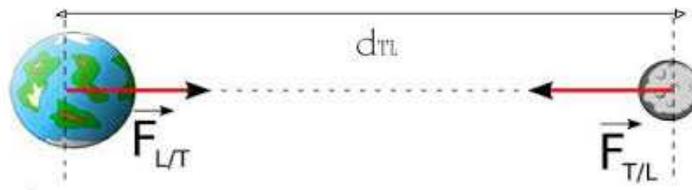
- 1) Faire la liste (l'inventaire) des actions s'exerçant sur l'objet d'étude «canne».
- 2) Établir un diagramme objets-actions pour la canne.
- 3) Représenter par des flèches en différentes couleurs les actions exercées sur la canne, sur le schéma ci-contre, sans se soucier de la longueur des vecteurs (=flèches). Ajoute les noms des vecteurs comme indiqué :



$F_{\text{donneur/receveur}}$

Exercice n°2 : Et la Lune dans tout ça ?

La Terre exerce sur la Lune une action attractive, à distance et répartie, dont la valeur vaut environ $2,0 \times 10^{20}$ N. Elle est modélisée par le vecteur $F_{T/L}$.



- 1) a) Entourer en rouge sur le schéma le vecteur force modélisant l'action exercée par la Terre sur la Lune.
 b) Quelles sont les 4 caractéristiques (direction, sens, point d'application, valeur) du vecteur force modélisant l'action exercée par la Terre sur la Lune $F_{\text{Terre/Lune}}$?
- 2) a) Entourer en bleu sur le schéma le vecteur force modélisant l'action exercée par la Lune sur la Terre.
 b) Quelles sont les 4 caractéristiques (direction, sens, point d'application, valeur) du vecteur force modélisant l'action exercée par la Lune sur la Terre $F_{\text{Lune/Terre}}$?
- 3) Comment sont les 2 forces $F_{\text{Lune/Terre}}$ et $F_{\text{Terre/Lune}}$ l'une par rapport à l'autre ?

Exercice n°3 : Le système Terre -Lune

- 1) Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle qu'exerce la Terre sur la Lune.

Données : $M_{\text{Terre}} = 5,97 \times 10^{24}$ kg
 $M_{\text{Lune}} = 7,35 \times 10^{22}$ kg
 $d_{\text{Terre-Lune}} = 3,83 \times 10^8$ m
 $G = 6,67 \times 10^{-11}$

- 2) Que dire de la valeur de la force d'attraction gravitationnelle qu'exerce la Lune sur la Terre ?

