

# Chapitre 10

## Modéliser une action sur un système

### I. Modéliser une action mécanique

#### 1. Notion de force

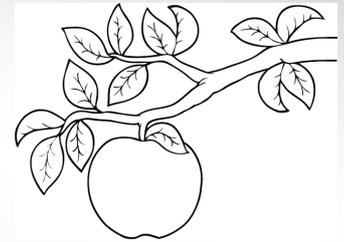
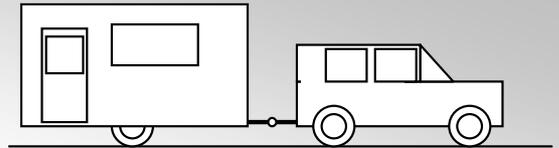
Une force est une action mécanique capable de modifier la forme d'un objet ou encore son mouvement. Elle s'exprime en newton (N) dans le Système International des unités. Chaque force possède 4 caractéristiques :

- sa direction (ou droite d'action)
- son sens
- son intensité (sa valeur en N)
- son point d'application

##### Exercice 1 :

Une voiture tracte une caravane avec une force  $F$  horizontale de 500 N.

- Tracer cette force sur le dessin ci-contre en prenant pour échelle :  $1 \text{ cm} \Leftrightarrow 200 \text{ N}$
- Préciser les 4 caractéristiques de la force  $F$ .
- Sachant que l'objet qui crée la force est appelé "auteur" et que celui qui subit la force est appelé "receveur", préciser dans cet exemple l'auteur et le receveur de la force  $F$ .
- La notation complète d'une force s'écrivant  $\vec{F}_{\text{auteur}/\text{receveur}}$ , donner la notation complète de  $\vec{F}$ .
- On considère une pomme suspendue à une branche. Préciser la direction, le sens et le point d'application de la force notée  $T$  qui retient la pomme à l'arbre.
- Représenter cette force sur le dessin ci-contre sans tenir compte de son intensité.
- Donner la notation complète de  $T$ .



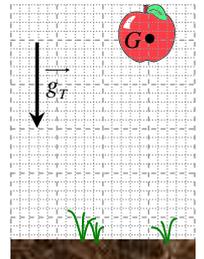
#### 2. Caractéristiques de quelques forces

On considère une pomme de masse  $m = 60 \text{ g}$ . Quel que soit l'endroit où l'on place cette pomme dans l'Univers, sa masse reste la même. La masse est une propriété d'un objet qui ne dépend pas de l'endroit où il se trouve.

Si l'on place cette pomme à la surface de la Terre, elle sera alors plongée dans le champ de gravité terrestre  $\vec{g}_T$ . C'est ce champ de gravité qui fait apparaître une force attirant la pomme vers le sol : le poids  $P$ .

##### A retenir :

- Le poids  $P$  d'un objet de masse  $m$  placé à la surface de la Terre a pour expression :  $\vec{P} = m \cdot \vec{g}_T$
- $g_T$  est appelé champ de pesanteur et a pour valeur  $9,8 \text{ N/kg}$  à la surface de la Terre.



##### Exercice 2 :

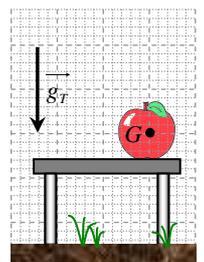
- A partir du schéma ci-dessus, retrouver l'intensité du champ de pesanteur sachant que l'échelle est :  $1 \text{ div} \Leftrightarrow 5 \text{ N/kg}$
- Déterminer les caractéristiques du poids de la pomme.
- Tracer sur le schéma le vecteur poids de la pomme en prenant pour échelle :  $1 \text{ cm} \Leftrightarrow 0,2 \text{ N}$ .

- La direction du poids  $\vec{P}$  est toujours verticale, et son sens est toujours vers le bas.

On pose à présent la pomme sur une table.

##### Exercice 3 :

- Si la pomme n'était soumise qu'à son poids, que devrait-elle faire normalement ?
- Comment expliquer le fait que la pomme reste immobile sur la table ?
- En déduire les caractéristiques probables de l'autre force qui s'exerce sur la pomme.
- Définir l'auteur et le receveur de cette nouvelle force.



Lorsqu'un objet ne peut traverser un support solide, c'est que ce dernier exerce sur cet objet une force qui s'oppose à son poids appelée réaction du support et généralement notée  $R$ .

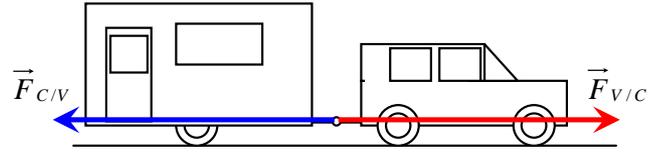
Dans le cas d'un objet immobile sur un support, on aura toujours :  $\vec{R}_{\text{sup}/\text{obj}} = -\vec{P}_{\text{Terre}/\text{obj}}$

## II. Principe des actions réciproques

### 1. Mise en évidence

Dans l'exemple de la pomme sur la table, la pomme appuie sur la table avec une force  $\vec{F}_{POM/TAB}$  égale à son poids, et la table répond alors en exerçant une force de même intensité et même direction mais de sens opposée notée  $\vec{F}_{TAB/POM}$  égale à la réaction du support. On peut donc écrire :  $\vec{F}_{POM/TAB} = -\vec{F}_{TAB/POM}$

De la même manière, si la voiture tracte la caravane avec une force  $\vec{F}_{V/C}$  alors forcément la caravane exerce une force de même intensité  $\vec{F}_{C/V}$  sur la voiture mais de sens opposée.



### 2. Le Principe

**Principe des actions réciproque** ou **3<sup>e</sup> loi de Newton** :

Quel que soit leur état de repos ou de mouvement, deux systèmes *A* et *B* en interaction exercent l'un sur l'autre des forces vérifiant la relation vectorielle :

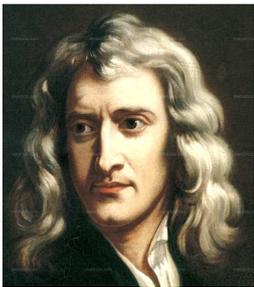
$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$

### 3. Force d'interaction gravitationnelle

Lorsqu'un système exerce une force sur un autre système **en le touchant**, on parle d'**action de contact**. Mais certaines forces peuvent

#### Exercice 4 :

- Dans le cas de la pomme posée sur la table, le poids de la pomme est-il une action de contact ?
- Même question pour la force exercée par la pomme sur la table.
- Donner des exemples d'actions de contact.
- Donner des exemples d'actions à distance.



 *Isaac Newton* (1642 - 1727)

Un soir de 1665, dans un jardin du *Lincolnshire*, loin des grandes villes anglaises où la peste sévissait alors, *Isaac Newton* méditait assis sous un pommier. C'est la pleine Lune. Un léger bruit : une pomme vient de tomber à terre. Newton se pose la question : pourquoi la Lune ne tombe-t-elle pas sur la Terre comme cette pomme ?

Et la réponse lui vint, paradoxale et géniale : la Lune tombe vers la Terre comme l'a fait la pomme. La force qui attire la pomme vers la Terre et la force qui tient la Lune "attachée" à la Terre sont les mêmes !

En 1687 il publie son œuvre majeure "*Principes mathématiques de la philosophie naturelle*" dans laquelle il expose entre autre sa théorie de la **gravitation universelle**.

#### Loi de la gravitation universelle :

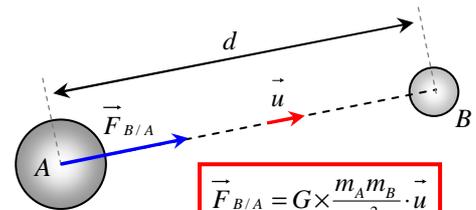
Deux corps *A* et *B* de masse respective  $m_A$  et  $m_B$  s'attirent mutuellement avec une force *F* appelée "**force d'interaction gravitationnelle**" d'intensité égale à :

$$F = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

avec : • *d* la distance séparant le centre de *A* de celui de *B*

• *G* la **constante de gravitation universelle**.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ S.I.}$$



$$\vec{F}_{B/A} = G \times \frac{m_A m_B}{d^2} \cdot \vec{u}$$

$$\vec{F}_{B/A} = -\vec{F}_{A/B}$$

**Question** : Ecrire  $\vec{F}_{A/B}$  en fonction de  $\vec{u}$ .

#### A retenir :

Par approximation, on peut considérer que le **poids *P*** d'un système de masse *m* (balle de tennis par ex.) posé à la surface de la Terre de masse  $M_T$  est égal à la **force d'interaction gravitationnelle  $F_G$**  exercée par la Terre sur le système. Ainsi, **à la surface de la Terre, on peut écrire** :

$$P = F_G \Leftrightarrow m \cdot g_T = G \times \frac{m \times M_T}{R_T^2}$$

$$\text{De là, on obtient : } g_T = G \times \frac{M_T}{R_T^2}$$

$g_T$  est le champ de pesanteur de la Terre.

