

# Cours : Mouvements et forces

## I. Mouvement

### 1. Référentiel

Un référentiel est **un objet** par rapport auquel on étudie le mouvement.

#### Référentiel terrestre :

Le référentiel terrestre est **tout objet immobile à la surface de la Terre** : un arbre, une salle de classe, un train immobile sur les rails.  
On étudie dans ce référentiel le mouvement d'une bille qui tombe, le mouvement d'un ascenseur.

#### Référentiel géocentrique :

Le référentiel géocentrique est un **objet imaginaire placé au centre de la Terre et immobile par rapport aux étoiles lointaines**.  
On étudie dans ce référentiel le mouvement des satellites artificiels et de la Lune.

#### Référentiel héliocentrique :

Le référentiel héliocentrique est un **objet imaginaire placé au centre du Soleil et immobile par rapport aux étoiles lointaines**.  
On étudie dans ce référentiel le mouvement des planètes, des comètes.

### 2. Trajectoire

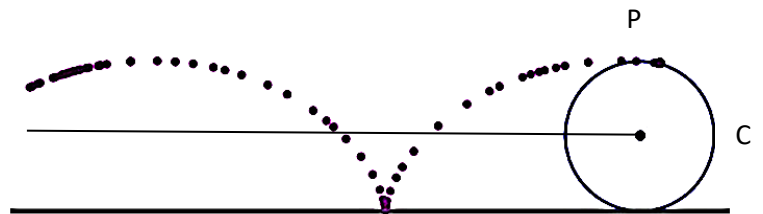
On appelle trajectoire du point d'un objet **la courbe** formée par les positions successives occupées par un point d'un objet au cours du temps.  
La trajectoire peut être : une droite, un cercle, une courbe quelconque, cycloïde

La trajectoire d'un point d'un objet dépend du référentiel dans lequel on se trouve.

#### Exemple : trajectoire du point d'une roue de vélo.

Dans le référentiel de la route (référentiel terrestre) :

- la trajectoire du centre C est une droite
- la trajectoire du point périphérique P est une cycloïde



Dans le référentiel du point C :

- La trajectoire du point C est un point
- La trajectoire du point périphérique P est un cercle

### 3. Date et durée

On appelle date, un instant  $t$ .

On appelle durée  $\Delta t$  (delta  $t$ ) la différence entre deux dates  $t_1$  et  $t_2$ .

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

#### exemple :

date  $t_1 = 2\text{h}30\text{min}$

date  $t_2 = 4\text{h}35\text{min}$

la durée entre les dates  $t_1$  et  $t_2$  est  $\Delta t = t_2 - t_1 = 4\text{h}35\text{min} - 2\text{h}30\text{min} = 2\text{h}5\text{min}$

### 4. Vitesse moyenne

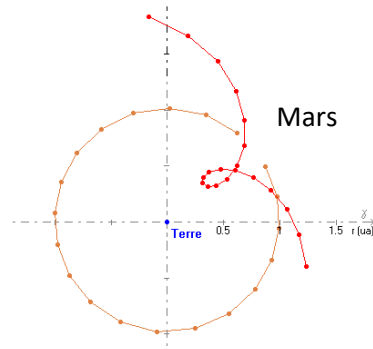
On appelle vitesse moyenne  $V_{\text{moy}}$  d'un point mobile, le quotient de la distance parcourue  $d$  par la durée  $\Delta t$  pour la parcourir.

La vitesse dépend du référentiel dans lequel on se place.

$$V_{\text{moy}} = \frac{d}{\Delta t}$$

### 5. Le mouvement des objets

trajectoire	vitesse	mouvement
droite	constante	rectiligne uniforme
cercle	augmente	circulaire accéléré
courbe	diminue	curviligne ralenti
droite	augmente	rectiligne accéléré



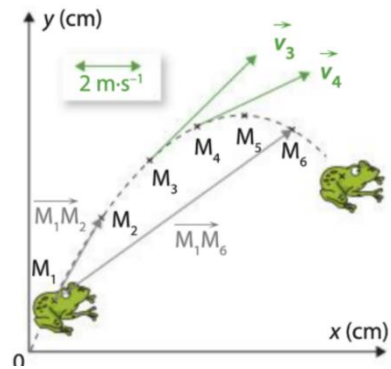
Trajectoire de Mars et du Soleil dans le référentiel géocentrique

## 6. La vitesse instantanée

Entre deux positions successives, à des instants voisins séparés de  $\Delta t$ , on définit le vecteur vitesse du point  $M_3$  tel que :  $\vec{v}_3 = \frac{\overrightarrow{M_2M_4}}{t_4 - t_2}$

Ce vecteur vitesse a pour **caractéristiques** :

- **direction** : parallèle au segment  $M_2M_4$  (tangente à la trajectoire au point  $M_3$ )
- **sens** : celui du mouvement
- **norme** :  $v_3 = \frac{M_2M_4}{t_4 - t_2}$   
 $M_2M_4$  est la distance entre les points  $M_2$  et  $M_4$  en mètre  
 $t_4 - t_2$  est la durée séparant les instants  $t_2$  et  $t_4$  en seconde  
 $v_3$  est la valeur de la vitesse en mètre par seconde



## II. Les forces

### 1. Comment repérer les actions mécaniques ?

On peut mettre en évidence les actions mécaniques exercées sur un objet par les effets qu'elles ont sur cet objet :

- déformation de l'objet
- modification de la trajectoire de l'objet
- modification de la vitesse et de son énergie cinétique

### 2. Modélisation d'une action par un vecteur force :

Une **action mécanique** est modélisée en physique par un vecteur force  $\vec{F}$  (outil mathématique possédant une direction, un sens et une valeur)

Les 4 caractéristiques du vecteur force  $\vec{F}$  sont :

- **direction (droite d'action)**
- **sens**
- **valeur**
- **point d'application**

**Exemple** : Un solide de masse 100g tombe dans le référentiel terrestre :

Dans le référentiel terrestre, il est soumis à son poids  $\vec{P}$

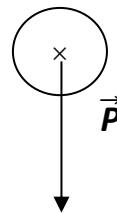
On peut mesurer la valeur du poids avec un dynamomètre.

On suspend le solide de masse  $m = 100 \text{ g} = 0,100 \text{ kg}$  au bout d'un dynamomètre.

Le dynamomètre indique 1 N.

Les 4 caractéristiques du poids  $\vec{P}$  sont :

- **direction (droite d'action)** : verticale
- **sens** : vers le bas
- **valeur** :  $P = m \times g = 1 \text{ N}$
- **point d'application** : centre de gravité  $G$



**échelle de représentation d'un vecteur force :**

Pour représenter un vecteur force il faut choisir une échelle adaptée à la valeur de la force, de manière à ce que le vecteur ne soit ni trop grand ni trop petit!

Exemple:

si la valeur de la force est  $P = 1 \text{ N}$  on peut prendre comme échelle  $1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,5 \text{ N}$

La longueur du vecteur force sera : 2 cm

Le vecteur mesure 2 cm de long car sa valeur est de 1 N.

### 3. Notion d'interaction

Deux corps sont en interaction si le mouvement de l'un dépend de la présence de l'autre et réciproquement.

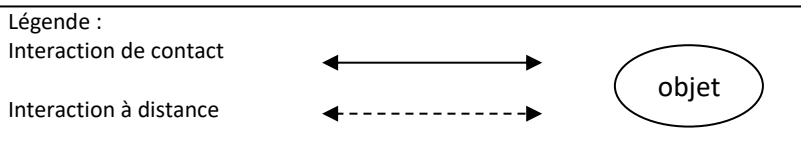
**Exemple :**

Un solide de masse 100g tombe dans le référentiel terrestre.

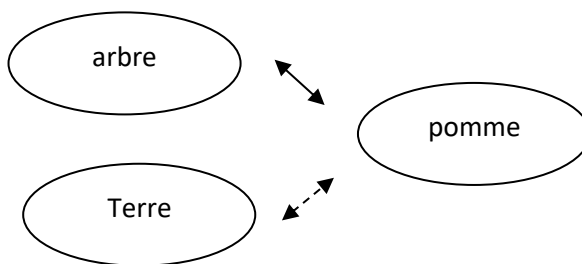
Le solide et la Terre sont en interaction.

### 4. Diagramme objet-interaction :

Dans un référentiel donné, on peut repérer les objets qui sont en interaction.



Exemple : On étudie les actions mécaniques qui s'exercent sur une pomme suspendue à une branche.



Le diagramme objet-interaction permet d'étudier **les actions** qui s'exercent sur la pomme.

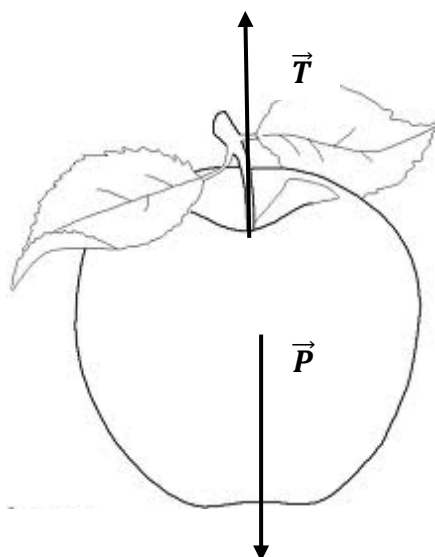
**Le poids  $\vec{P}$  :**

- direction : verticale
- sens : vers le bas
- valeur :  $P = m \times g = 0,050 \times 10 = 0,50 \text{ N}$
- point d'application : centre de gravité G

On va voir au **prochain chapitre** « Principe de l'inertie » que la pomme est soumise à la tension de la tige  $\vec{T}$  dont les caractéristiques sont les suivantes :

**La tension de la tige  $\vec{T}$  :**

- direction : verticale
- sens : vers le haut (opposé à celui de  $\vec{P}$ )
- valeur : T (même valeur que P)
- point d'application : point de contact

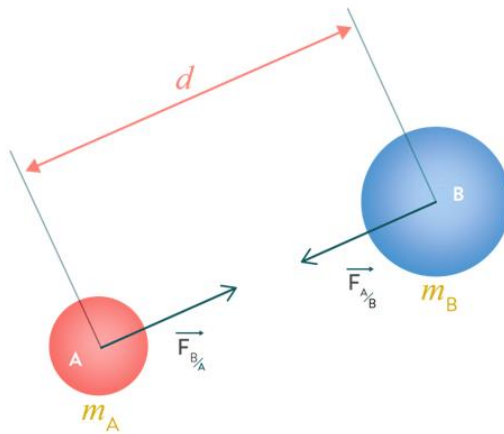


**Aide mathématique :**

On dira que  $\vec{T} + \vec{P} = \vec{0}$  lorsque  $\vec{T}$  et  $\vec{P}$  ont :

- même direction
- sens contraire
- même valeur  $T = P$

## 5. La loi d'attraction universelle établie par Isaac Newton (1642 - 1727) :



Deux corps A et B de masses respectives  $m_A$  et  $m_B$ , séparés de la distance  $d$  exercent l'un sur l'autre une force d'attraction gravitationnelle d'expression :

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

La valeur des forces est  $F_{A/B} = F_{B/A} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$

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

$m_A$  et  $m_B$  s'expriment en kilogramme (kg)

$d$  en mètre (m).

Les valeurs des forces  $F_{A/B}$  et  $F_{B/A}$  en newton (N).