

2 Mouvement et interactions

2.1 Décrire un mouvement

En mécanique, le **système** est un objet (ou une partie de l'objet) que l'on a choisi d'étudier. Toute chose en dehors du système est appelée environnement.

Exemples système 1 = { moto }
 système 2 = { roue avant de la moto }

Pour étudier un mouvement, on le découpe en petits morceaux. Le choix du découpage dépend du système étudié.

Exemples

Mouvement d'un glacier : une photo toutes les 4 heures pendant 3 ans avec un appareil placé à plusieurs centaines de mètres pour cadrer entièrement le glacier.

Mouvement d'une balle de tennis : camera haute vitesse enregistrant à 1 000 images par seconde placée à quelques mètres au dessus du terrain.

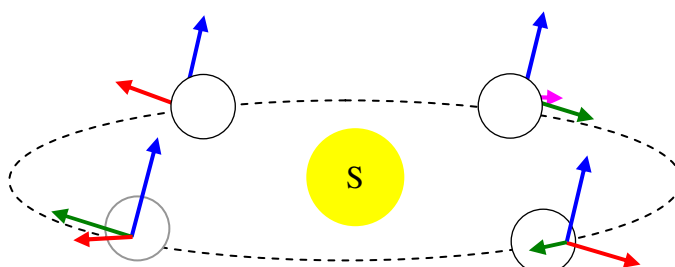
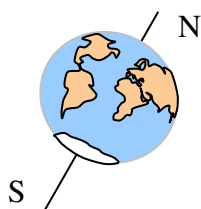
2.1.1 Notion de référentiel

Un référentiel est un observateur (réel ou imaginaire) muni d'un dispositif pour mesurer le temps.

Trois référentiels importants

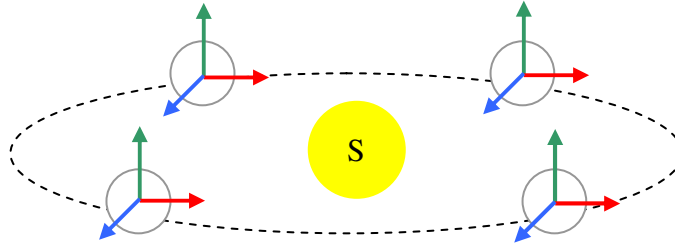
Référentiel terrestre

L'observateur est lié à la surface de la Terre.



Référentiel géocentrique

L'observateur est au centre de la Terre. Les axes de coordonnées pointent vers des étoiles lointaines (c'est à dire pratiquement fixes).

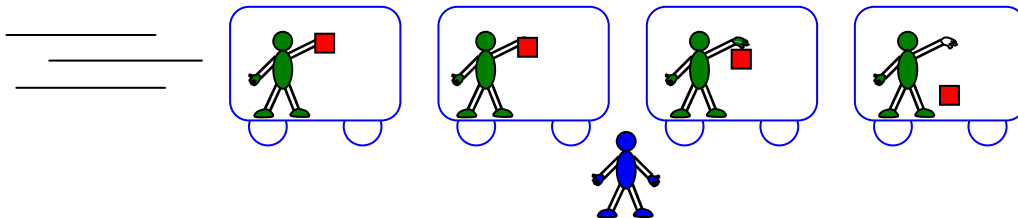


Référentiel héliocentrique

L'observateur est au centre du Soleil. Les axes de coordonnées pointent vers des étoiles lointaines.

2.1.2 La relativité du mouvement

Le mouvement n'a pas un caractère absolu mais est essentiellement relatif à l'observateur par rapport auquel il est décrit.



2.1.3 Description du mouvement d'un système par celui d'un point

Le mouvement d'un système est simplifié par l'étude du mouvement d'un de ses points. La masse entière du système est associée à ce point.

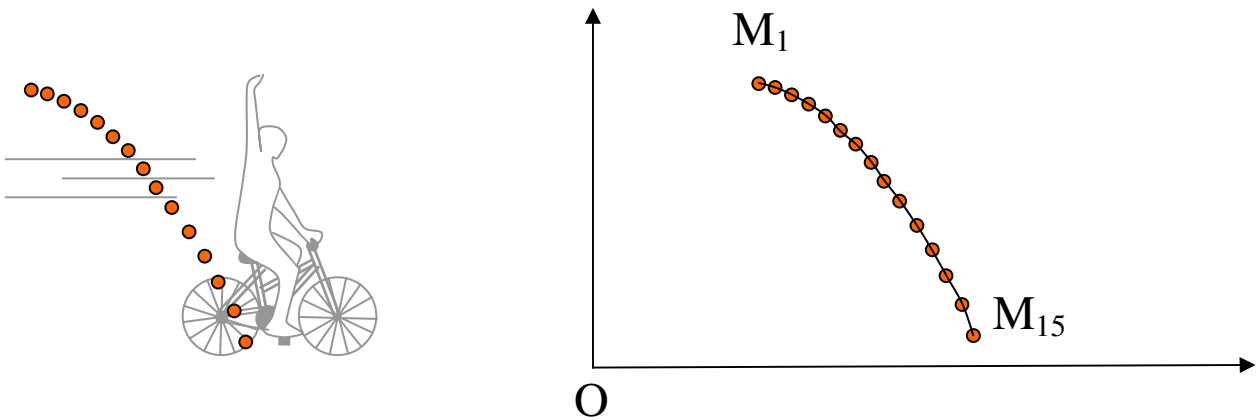
Exemple

la Terre tournant autour du Soleil peut être décrite comme un point, dont la masse est celle de la Terre, en mouvement circulaire.

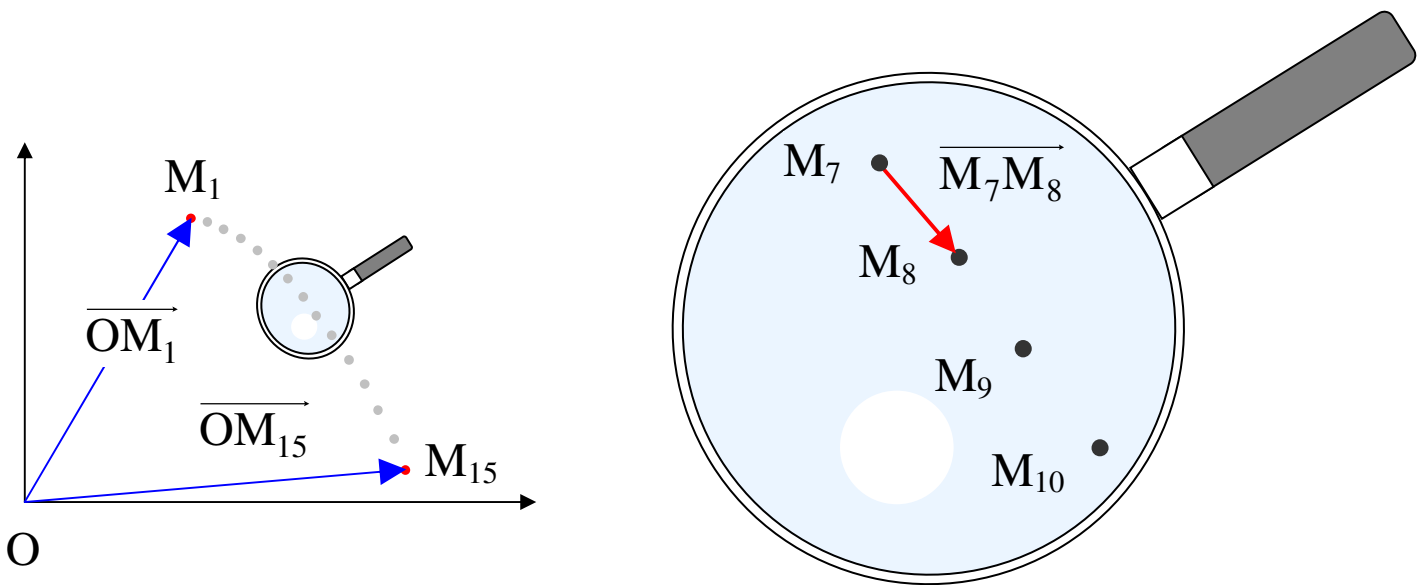
Dans cette description, la rotation de la Terre sur elle-même est une information perdue.

2.1.4 Vecteur déplacement d'un point

La **trajectoire** est la courbe décrite par un point d'un système en mouvement, et notamment par son centre d'inertie.



Le **vecteur déplacement**, d'un point M de la balle, de la position M_7 à la position M_8 est noté : $\overrightarrow{M_7M_8}$:



Remarque coordonnées du vecteur déplacement :

$$\overrightarrow{M_7M_8} = \overrightarrow{OM_8} - \overrightarrow{OM_7} = \begin{pmatrix} x_8 \\ y_8 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} x_7 \\ y_7 \end{pmatrix}$$

2.1.5 Vitesse d'un point

La vitesse, notée \vec{v} , a une nature physique (une longueur divisée par un temps) et une nature mathématique.

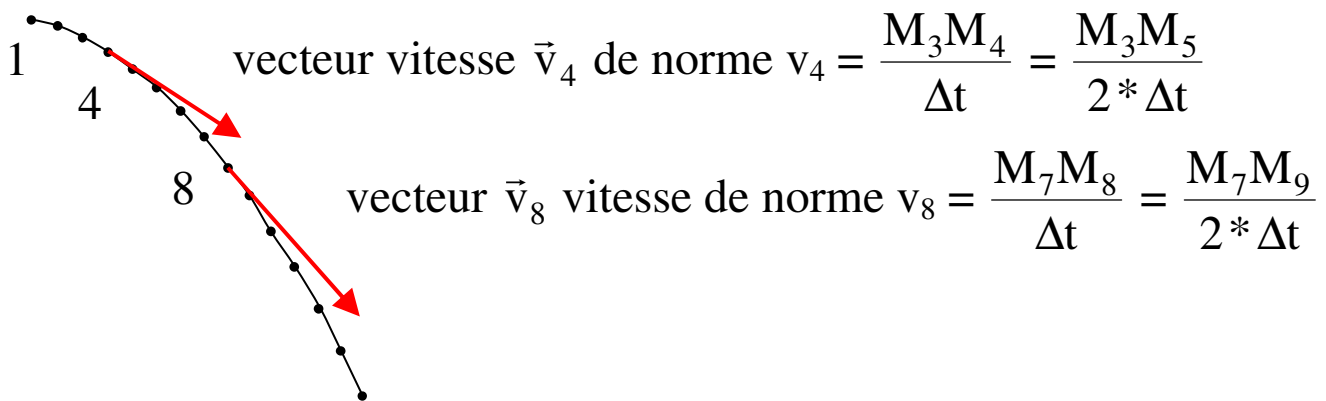
Du point de vue mathématique, la vitesse a les propriétés d'un vecteur et possède :

- une direction : la tangente à la trajectoire
- un sens : celui du mouvement
- une norme : la valeur positive $v = MM' / \Delta t$
où M et M' sont les positions successives de M à des instants voisins séparés de Δt

v : norme ou valeur de la vitesse du point M ; en m/s (ou $m.s^{-1}$)

MM' : distance entre les points M et M' ; en m

Δt : intervalle de temps ; en s



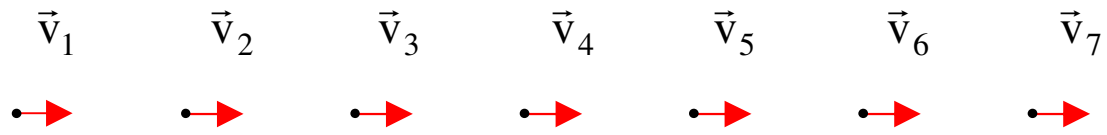
Remarques pour le calcul de la norme de la vitesse ($v = MM' / \Delta t$), Δt doit être petit par rapport à la durée totale du mouvement.

Dans le cas contraire, on calcule une vitesse moyenne.

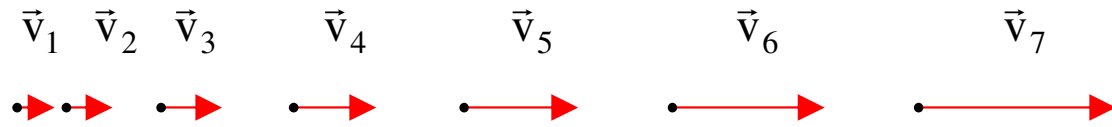
2.1.6 Mouvement rectiligne

Le mouvement d'un point est rectiligne si sa trajectoire est une droite. Cela implique que le mouvement d'un point est rectiligne si son vecteur vitesse ne change pas de direction.

Mouvement rectiligne uniforme (uniforme = vitesse constante). La vitesse du point est constante car il parcourt des distances égales (MM') pendant le même intervalle de temps (Δt) :



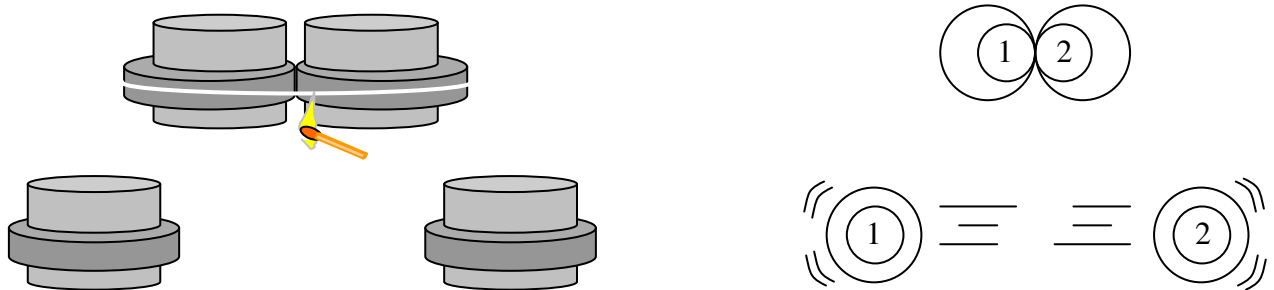
Mouvement rectiligne non uniforme
 (ici $v \nearrow$ car $MM' \nearrow$ alors que $\Delta t \rightarrow$) :



2.2 Modéliser une action sur un système

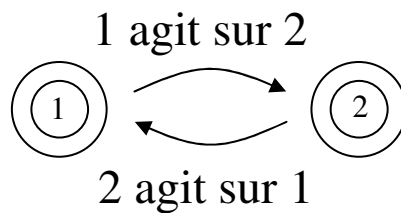
2.2.1 Modélisation d'une action par une force

Expérience



Interprétation le mobile 1 repousse le mobile 2 et réciproquement. On dit qu'il y a interaction (ou action réciproque) entre les mobiles 1 et 2.

Résumé

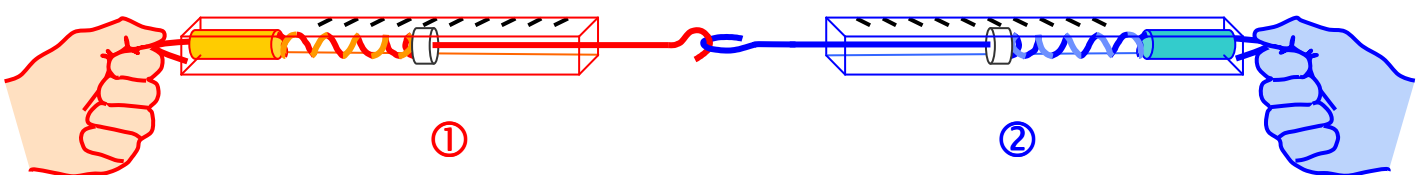


Il existe des interactions de contact quand les systèmes en interaction se touchent. D'autres interactions s'exercent à distance.

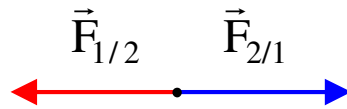
On dit que les effets d'une action exercée par un corps A sur un corps B sont dus à la force exercée par A sur B notée $\vec{F}_{A/B}$.

2.2.2 Principe des actions réciproques

Les indications des deux dynamomètres sont identiques :



Les forces $\vec{F}_{1/2}$ et $\vec{F}_{2/1}$ ont même intensité, même direction et des sens contraires : $\vec{F}_{1/2} = - \vec{F}_{2/1}$



2.2.3 Force d'interaction gravitationnelle

L'interaction gravitationnelle a pour expression vectorielle :

$$\vec{F}_{1/2} = G * \frac{m_1 * m_2}{d^2} * \vec{u}_{21}$$

$\vec{F}_{1/2}$: force gravitationnelle exercée par ① sur ② ; valeur F en N

G : constante de gravitation ; $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

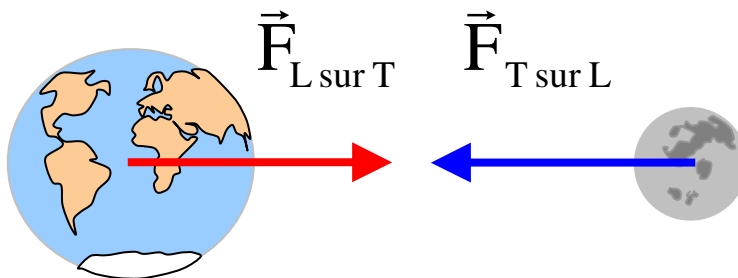
d : distance entre les centres (d'inertie) des systèmes ① et ② ; en m

m : masse ; en kg

\vec{u}_{21} : vecteur unitaire (valeur $u_{21} = 1$) orienté de ② vers ① ; sans unité

Cette interaction s'applique au centre (d'inertie) de chacun des corps

Exemple



2.2.4 Les forces à connaître

Le poids

La force d'attraction que la Terre exerce sur un système est nommée son poids. C'est une action à distance, toujours attractive et qui existe même lorsque le système n'est pas en contact avec le sol.

notation : \vec{P}

direction : la verticale du lieu

sens : vers le centre de la terre

valeur : $P = m * g$

P : poids du système ; en N

m : masse du système ; en kg

g : pesanteur ; $g_{\text{Terre}} = 9,80 \text{ N.kg}^{-1}$ (ou m.s^{-1})

La réaction du support

C'est la force qu'exerce un support sur un solide. La réaction est toujours perpendiculaire au support.

notation : \vec{R}

direction : perpendiculaire au support

sens : du support vers le système

La tension d'un fil

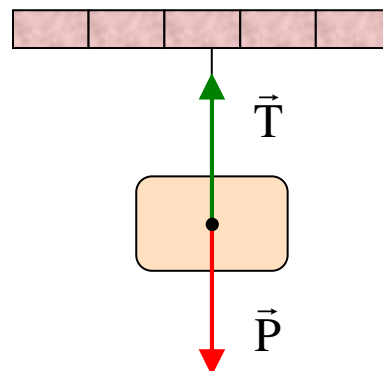
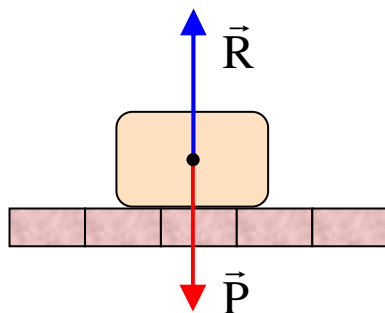
Un système est attaché à un fil tendu. Le fil exerce sur le système une force qui s'appelle la tension du fil.

notation : \vec{T}

direction : celle du fil

sens : du solide vers le fil

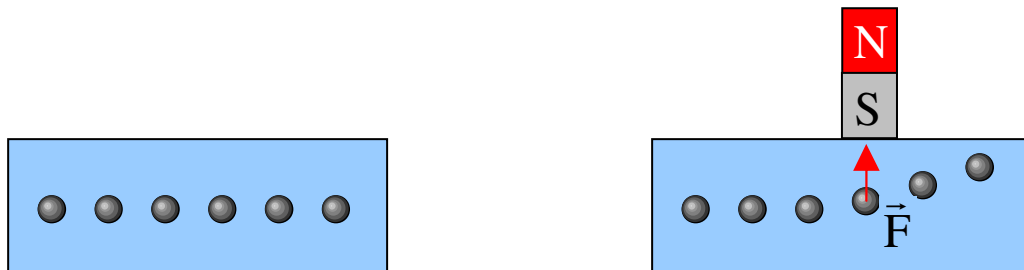
Exemples poids, réaction du support et tension d'un fil s'exerçant sur un solide



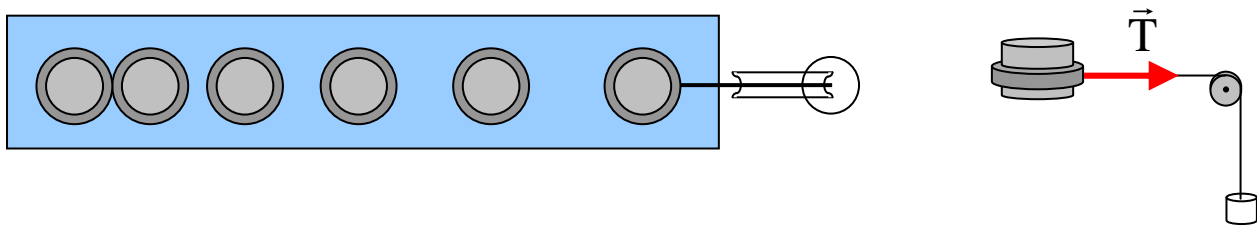
2.3 Principe d'inertie

2.3.1 Effets d'une force sur le mouvement

Une force peut modifier la direction du mouvement d'un corps :



Une force peut modifier la valeur de la vitesse d'un corps :



L'action d'une force sur un corps (modification de la valeur de la vitesse ou de la direction de son mouvement) dépend de la masse du corps :



2.3.2 Enoncé du principe d'inertie

Tout corps persévère dans son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme (le vecteur vitesse est constant) si les forces qui s'exercent sur lui se compensent (ou s'il n'est soumis à aucune force) et réciproquement.

On fera l'hypothèse que le principe d'inertie est vérifié

- dans le référentiel terrestre pour les mouvements de courte durée réalisés sur Terre (quelques mètres ; quelques secondes)
- dans le référentiel géocentrique pour les mouvements de la Lune et des satellites artificiels

2.3.3 La chute libre

Les forces qui s'exercent sur le système se réduisent à son poids : elles ne se compensent pas. Le principe d'inertie affirme que le mouvement n'est pas rectiligne uniforme (pas uniforme ici).

