

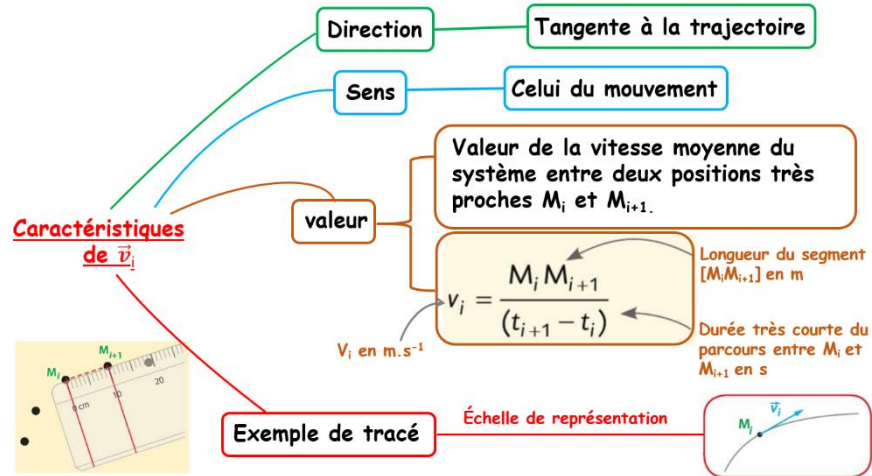
MOUVEMENT ET FORCES

Le mouvement d'un système, objet dont on étudie le mouvement, assimilé à un point matériel M, peut être caractérisé par le vecteur vitesse \vec{v}_i et plus particulièrement le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}_i$. Toutefois ce mouvement est directement lié aux forces qui s'exercent sur le système ainsi qu'à sa masse.

Comment déterminer le vecteur variation de vitesse, quelle relation entre forces, masse et mouvement ?

I) Le vecteur vitesse \vec{v}_i (ou vecteur vitesse instantanée) d'un système

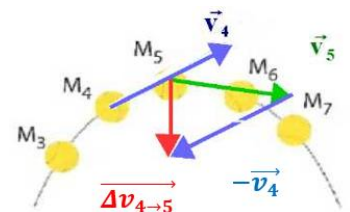
Le vecteur vitesse \vec{v}_i d'un point M_i est assimilé au vecteur vitesse moyenne entre deux positions très proches, soit pour une durée Δt extrêmement courte.



II) Le vecteur variation de vitesse

Lors d'un mouvement, le vecteur vitesse \vec{v}_i d'un système peut varier en direction, sens ou en valeur.

Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}_i$ du système entre les positions M_i et M_{i+1} est défini par : $\Delta\vec{v}_{i \rightarrow i+1} = \vec{v}_{i+1} - \vec{v}_i$: on l'obtient par construction graphique



Remarque :

- Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}_i$ du système entre les positions M_i et M_{i+1} peut être dessiné en M_i ou M_{i+1} vu qu'il est valable entre ces deux points mais il faut garder la même méthode pour chaque tracé.
- Lors d'un mouvement circulaire uniforme, la valeur de la vitesse du système est constante mais le vecteur vitesse varie en direction car la trajectoire n'est pas rectiligne. Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ n'est pas égal au vecteur nul.

III) Effet des forces et de la masse sur le mouvement :

Dans un référentiel, donnée, si un système de masse m constante est soumis à une ou plusieurs forces constantes, le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ de ce système pendant la durée très courte Δt et la somme (la résultante) de ces forces $\sum \vec{F}$ sont reliés de façon approchée par :

$$\sum \vec{F} = m \times \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

en kg (pour m), Valeur en $m \cdot s^{-1}$ (pour $\Delta\vec{v}$), en s (pour Δt), Valeur en N (pour $\sum \vec{F}$)

Les deux vecteurs $\sum \vec{F}$ et $\Delta\vec{v}$ sont colinéaires et de même sens.

La somme des forces, ici égale au poids de la balle, et le vecteur variation de vitesse sont orientés vers le bas



D'après la relation approchée $\sum \vec{F} = m \cdot \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$

<p>⇒ La valeur de la somme des forces est proportionnelle à la masse du système : plus le système est lourd, plus la valeur de résultante des forces doit être grande pour faire varier le vecteur \vec{v}.</p>	<p>⇒ La valeur du vecteur variation de vitesse inversement proportionnelle à la masse du système : une somme de force aura d'autant moins d'effet sur le vecteur \vec{v} que le système est lourd.</p>
--	---

QUE FAUT-IL PRÉCISER AVANT D'ÉtudIER LE MOUVEMENT D'UN OBJET ?

1. Le système

En mécanique, il faut toujours préciser **le système étudié** c'est-à-dire l'objet ou le point dont on étudie le mouvement. On étudie, en général, le mouvement du centre d'inertie du système, c'est le point qui a le mouvement le plus simple.

2. Le Référentiel

Définition : Un **référentiel** est constitué :

- d'un **solide de référence** par rapport auquel on repère les positions du système ;
- d'une **horloge** permettant un repérage des dates.

En mécanique il existe essentiellement trois référentiels utilisés :

<p>Le référentiel terrestre utilisé pour l'étude de tous les mouvements à la surface de la terre de courtes durée (≈ 15min car on néglige la rotation de la Terre).</p> <p>Celui-ci est centré en un point de la surface de la Terre dont les axes sont fixes par rapport à la surface de la Terre.</p> <p>Tout objet fixe par rapport à la Terre constitue un référentiel terrestre.</p>	<p>➤ Le référentiel géocentrique utilisé dans l'étude du mouvement des satellites de la Terre (quelques heures pour négliger la rotation de la Terre autour du Soleil).</p> <p>Il est centré sur le centre de la Terre. Les axes de ce référentiel sont dirigés vers des étoiles fixes de la voûte céleste.</p>	<p>Le référentiel héliocentrique utilisé pour l'étude des mouvements des astres dans le système solaire ainsi que des sondes qui voyagent dans celui-ci.</p> <p>Il est centré sur le centre de la Terre. Les axes de ce référentiel sont aussi dirigés vers des étoiles fixes de la voûte céleste.</p>

3. La trajectoire d'un point

Définition : Dans un référentiel donné, la **trajectoire** d'un point est l'ensemble des positions successives occupées par ce point au cours de son mouvement.

↳ Dans un référentiel donné, la trajectoire d'un point peut être :

- une droite : on dit que le point a un mouvement rectiligne
- un cercle : on dit que le point a un mouvement circulaire
- une courbe quelconque : on dit que le point a un mouvement curviligne.

4. Vitesse d'un point

Vitesse moyenne d'un point : $v_{moy} = \frac{d}{\Delta t}$

Le mouvement d'un objet peut être caractérisé par l'évolution de sa **vitesse instantanée**. Cette dernière représente la vitesse à un instant t donné.

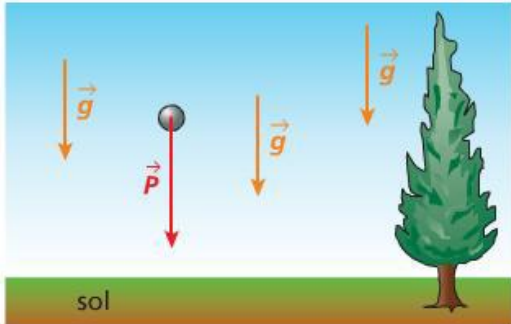
- Si la vitesse instantanée augmente le mouvement est accéléré.
- Si elle reste constante (elle est alors égale à la vitesse moyenne) le mouvement est uniforme.
- Si elle diminue le mouvement est ralenti ou décéléré.

QUELLES SONT LES FORCES QUE JE DOIS SAVOIR ?

LE BILAN DES FORCES

Réaliser un bilan des forces consiste à répertorier toutes les actions mécaniques s'exerçant sur le système. Une force est définie par sa direction, son sens et son intensité exprimée en newton (N). Les caractéristiques d'une force ne dépendent pas du référentiel choisi.

LE POIDS



Dans le référentiel terrestre, la force de pesanteur modélise l'action mécanique exercée par le centre de la Terre sur un système dans son champ de pesanteur.

Cette force de pesanteur est appelée **le poids** et est constante. Elle modélise une action à distance son point d'application est donc le centre de gravité G.

Elle vaut $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$ où \vec{g} est l'accélération de la pesanteur.

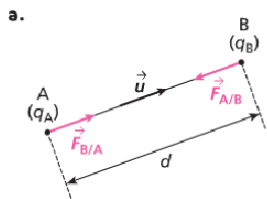
A la surface de la Terre, sa valeur g, appelée aussi **intensité de la pesanteur**, est proche de $9,81 \text{ m.s}^{-2}$ (ou N.kg^{-1})

Remarque : Si le système n'est soumis qu'à son poids, on parle de chute libre

Exemple : Dessiner le poids de chaque système



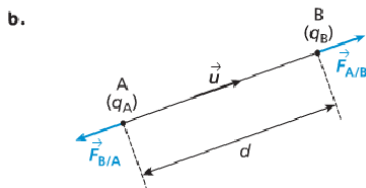
LA FORCE ELECTRIQUE



La force électrique, appelée force de Coulomb, modélise l'interaction entre deux objets **portant des charges électriques q_A et q_B** , exprimées en coulombs (C).

Deux cas :

Les charges q_A et q_B sont de signes opposés : les forces sont attractives. (**cas a.**)
 Les charges q_A et q_B sont de signes égaux : les forces sont répulsives. (**cas b.**)



$$\vec{F}_{A/B} = K \frac{q_A q_B}{d^2} \cdot \vec{u} = -\vec{F}_{B/A}$$

K est une constante valant $K = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2\text{C}^{-2}$

d est la distance entre les centres des objets chargés, en m

\vec{u} est un vecteur unitaire orienté de A vers B

Si un système ponctuel de charge électrique Q est placé dans un champ électrique \vec{E} , il est soumis à une force électrostatique $\vec{F} = Q \cdot \vec{E}$

La charge électrique Q est exprimée en coulomb (C) et l'intensité du champ électrique E est exprimée en V.m^{-1} .

FORCES EXERCEES PAR LE SUPPORT

⇒ **Réaction du support**

Un corps en contact avec un support plan subit **une force de contact \vec{R}** . Son point d'application est pris au centre de la surface de contact.

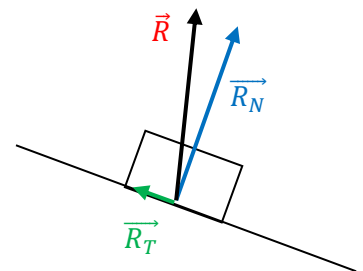
Elle peut se décomposer en deux composantes orthogonales :

- la réaction normale \vec{R}_N
- la réaction tangentielle \vec{R}_T c'est la force de frottements notée aussi \vec{f}

On a $\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{R}_T = \vec{R}_N + \vec{f}$

RQ : Dans le bilan des forces on donne :

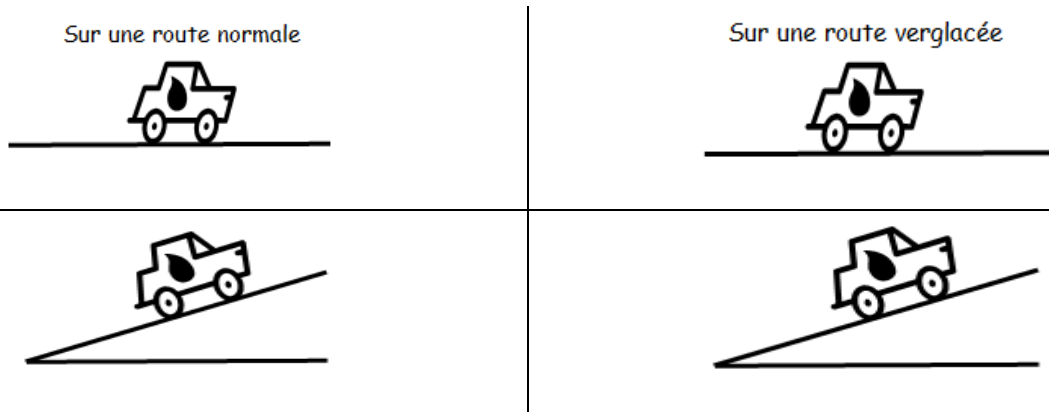
- \vec{R} seul et on le décomposera plus tard dans le repère
- \vec{R}_N et \vec{R}_T (ou \vec{f})



Rappel de 1^{er} EDS

Pour un objet en mouvement, la force de frottements \vec{f} a la **même direction que le vecteur-vitesse et un sens opposé**.

Exemple : Représenter l'action exercée par le sol sur le solide sur ces schémas :



⇒ **Force exercée par un fluide (liquide ou gaz)**

- La poussée d'Archimède, notée $\vec{\pi}$ est une force verticale est orientée vers le haut.

C'est le l'opposé du poids du fluide déplacé par le système : $\vec{P}_{fluide} = m_{fluide} \times \vec{g}$

Soit $\vec{\pi} = -\rho_{fluide} \cdot V_{immergé} \cdot \vec{g}$

Avec V le volume du système immergé en m³, g l'intensité de pesanteur en m/s² et ρ la masse volumique du fluide en kg/m³.



- La force de frottement fluide \vec{f} traduit la résistance du fluide au mouvement du système, elle est opposée au sens du mouvement du système.

LA FORCE D'ATTRACTION GRAVITATIONNELLE

Dans un référentiel géocentrique ou héliocentrique, la force de gravitation exercée par la Terre ou le Soleil (ou tout autre astre attracteur) est une force **attractive** : elle est dirigée vers l'astre attracteur.

Son intensité est

$$F = G \times \frac{m \cdot M}{d^2}$$

m est la masse du système étudié en kg

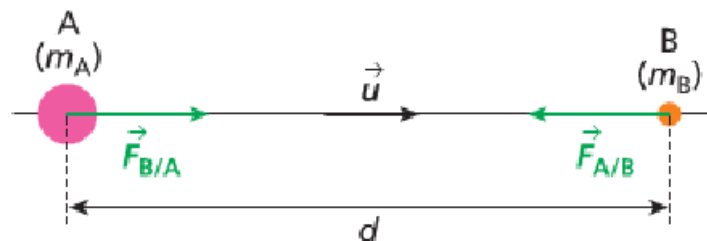
M est la masse de l'astre attracteur en kg

d est la distance entre les centres d'inertie des deux objets en m

G est la **constante gravitationnelle** égale à $6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.

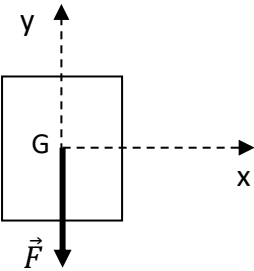
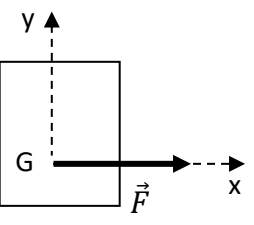
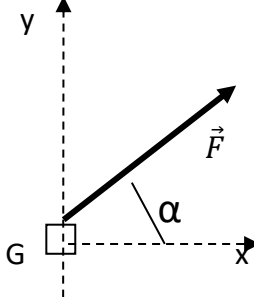
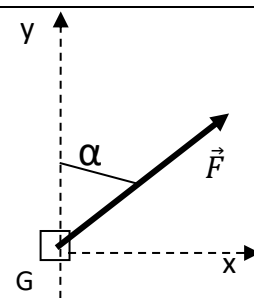
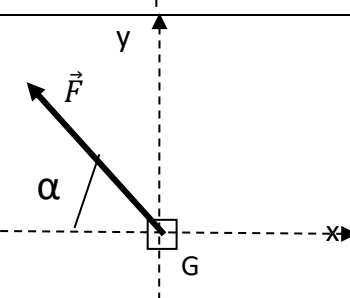
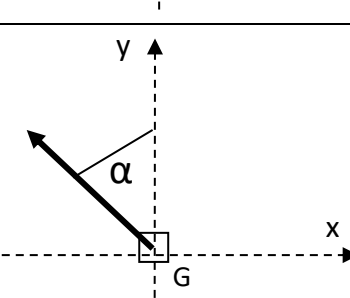
Lorsque que les astres sont à symétrie sphérique on peut les assimiler à des masses ponctuelles A et B de masses respectives m_A et m_B .

$$\vec{F}_{A/B} = -G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{AB^2} \vec{u} \quad \text{avec } \vec{u} \text{ le vecteur unitaire orienté ici de A vers B.}$$



COMMENT PROJETER UNE FORCE DANS UN REPERE ?

Une force est représentée par un vecteur, pour étudier le mouvement on va la projeter dans un repère (O, x, y).

Si le vecteur est colinéaire à l'un des axes :		Projection sur l'axe (Ox) : $F_x = \dots\dots\dots$ Projection sur l'axe (Oy) : $F_y = \dots\dots\dots$
		Projection sur l'axe (Ox) : $F_x = \dots\dots\dots$ Projection sur l'axe (Oy) : $F_y = \dots\dots\dots$
Si le vecteur n'est pas colinéaire à l'un des axes :		Projection sur l'axe (Ox) : $F_x = \dots\dots\dots\dots\dots\dots$ Projection sur l'axe (Oy) : $F_y = \dots\dots\dots\dots\dots\dots$
		Projection sur l'axe (Ox) : $F_x = \dots\dots\dots\dots\dots\dots$ Projection sur l'axe (Oy) : $F_y = \dots\dots\dots\dots\dots\dots$
		Projection sur l'axe (Ox) : $F_x = \dots\dots\dots\dots\dots\dots$ Projection sur l'axe (Oy) : $F_y = \dots\dots\dots\dots\dots\dots$
		Projection sur l'axe (Ox) : $F_x = \dots\dots\dots\dots\dots\dots$ Projection sur l'axe (Oy) : $F_y = \dots\dots\dots\dots\dots\dots$

cah soh toa pour « casse-toi » ou soh cah toa.

Cosinus = Adjacent sur Hypoténuse

Sinus = Opposé sur Hypoténuse

Tangente = Opposé sur Adjacent.