

COMMENT DECRIRE LE MOUVEMENT DES CORPS CELESTES ? EFFETS D'UNE FORCES, RELATIVITE DU MOUVEMENT.

Introduction :

Nous allons nous attacher dans ce chapitre à comprendre comment nous pouvons décrire le mouvement d'un corps.

I. La relativité du mouvement

Pour étudier le mouvement d'un corps, il faut commencer par définir le corps avec précision puis le référentiel.



4 Mouvement de la Lune autour de la Terre : le corps étudié est la Lune.

1. Nécessité de choisir un référentiel

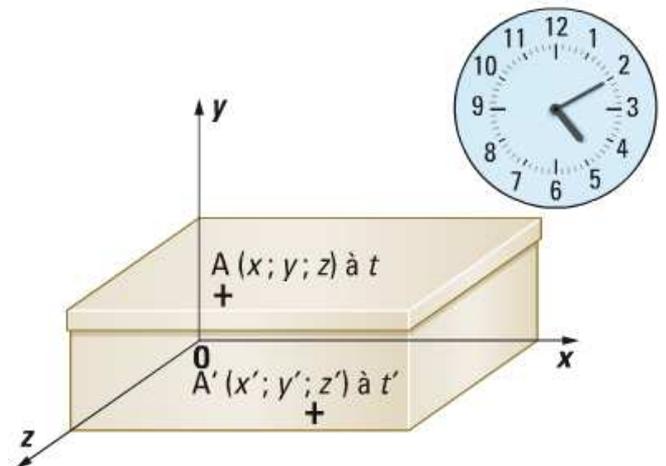
Un astronome qui observe le ciel avec un télescope est immobile par rapport à la terre, mais en mouvement par rapport au soleil et aux étoiles.

Le mouvement de l'astronome est donc différent suivant le « solide » par rapport auquel on étudie ce mouvement.

Le mouvement d'un corps est nécessairement décrit par rapport à un solide de référence et ce mouvement est relatif à ce solide de référence.

Le solide de référence étant choisi, il est nécessaire de repérer la position dans l'espace du corps par rapport à ce solide : on mesure alors les **coordonnées** du corps en dans un **repère d'espace** (O, x, y, z) associé au solide de référence.

Il est également nécessaire de connaître l'instant ou le point en mouvement passe par une position précise : on doit donc repérer le temps grâce à une **horloge**.



Lorsque l'on étudie le mouvement d'un corps il est nécessaire de préciser le référentiel d'étude.

Un référentiel est un solide de référence auquel on associe un repère d'espace pour le repérage des positions dans l'espace, et une horloge pour le repérage du temps.

2. Des exemples de référentiel

► Les référentiels terrestres :

Un référentiel terrestre est un référentiel lié à la surface de la Terre. Il est défini à partir de n'importe quel solide de référence lié à la terre (le solide doit être fixe par rapport à la terre).

On les utilisera pour étudier tout mouvement à la surface de la terre.

► Le référentiel géocentrique

Le solide de référence du référentiel géocentrique est la terre. Le repère d'espace est défini par le centre de la terre et 3 axes dirigés vers 3 étoiles lointaines considérées comme fixe.

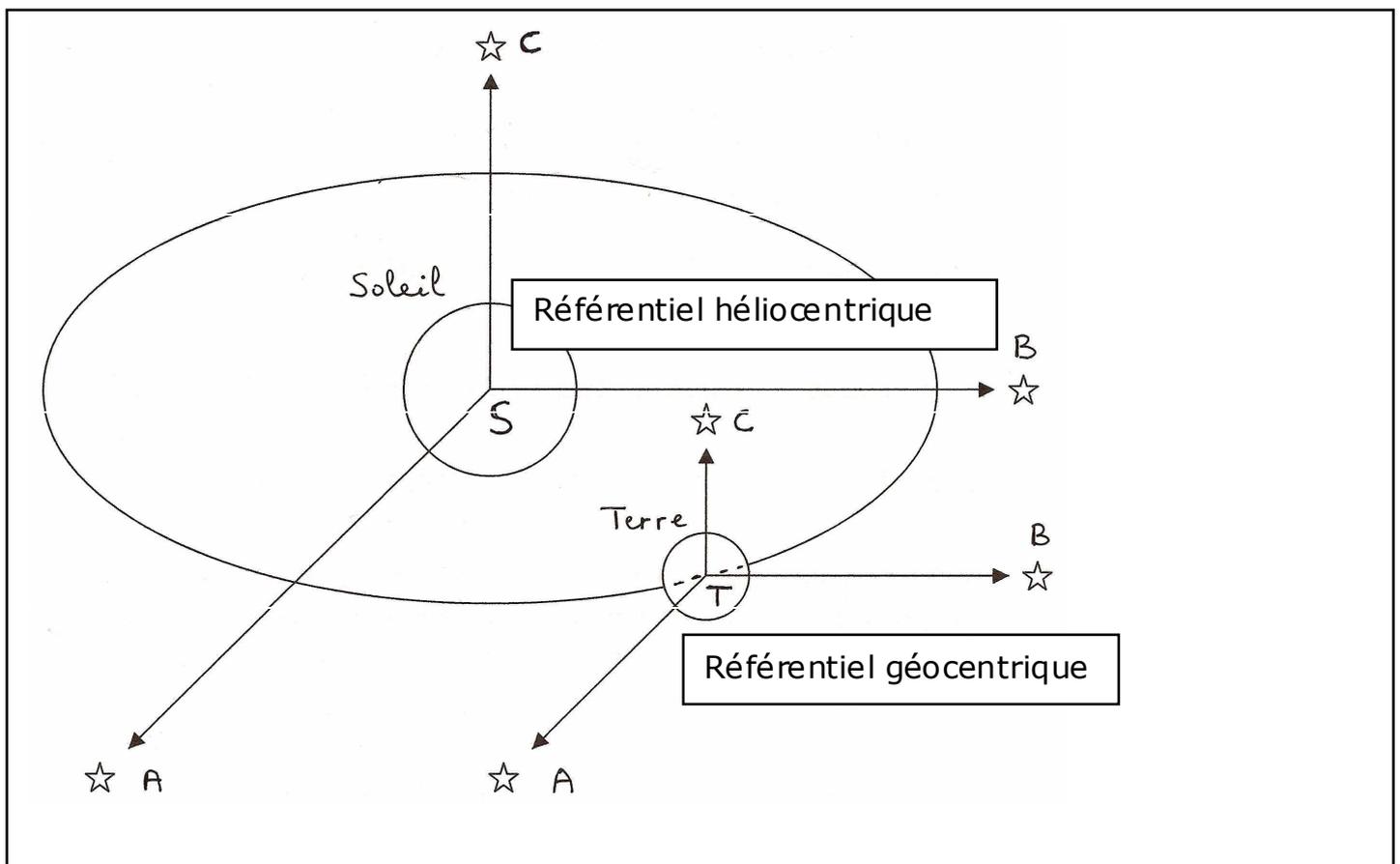
Il est utilisé pour décrire le mouvement de la lune ou des satellites artificiels.

Remarque : la terre n'est pas immobile par rapport à ce référentiel puisque elle a un mouvement de rotation sur elle-même donc autour de l'axe vertical du référentiel géocentrique.

► Le référentiel héliocentrique

Le solide de référence du référentiel héliocentrique est le soleil. Le repère d'espace est défini par le centre du soleil et 3 axes dirigés vers les 3 même étoiles fixes que pour le référentiel géocentrique

Il est utilisé pour décrire le mouvement des astres du système solaire.



3. Caractéristique d'un mouvement

► La trajectoire

La trajectoire d'un point est l'ensemble des positions successives occupées par ce point au cours du mouvement.

La trajectoire d'un point dépend du référentiel d'étude (puisque le mouvement dépend du référentiel).

► La vitesse

Dans un référentiel donné, la **vitesse moyenne V_m** d'un point est égale au **quotient de la distance d parcourue sur sa trajectoire par la durée Δt du déplacement** :

$$V_m = \frac{d}{t_2 - t_1} = \frac{d}{\Delta t} \quad \left\{ \begin{array}{l} d \text{ en mètre (m)} \\ \Delta t \text{ en seconde (s)} \\ V_m \text{ en mètre par seconde (m.s}^{-1}\text{)} \end{array} \right.$$

La durée sera la même dans tous les référentiels d'étude, par contre vu que la trajectoire est différente selon le référentiel, la distance parcourue change également : **La vitesse d'un point dépend donc du référentiel d'étude.**

► Exemples de mouvement

Un mouvement est **rectiligne** si la trajectoire du point est une droite

De plus : si la valeur de la vitesse est constante, il est **uniforme**.

si la valeur de la vitesse augmente, il est **accélééré**.

si la valeur de la vitesse diminue, il est **ralenti**.

Un mouvement est **circulaire** si la trajectoire est un **cercle**.

Le mouvement d'un point dans un référentiel donné est caractérisé par sa trajectoire et sa vitesse on a donc : **TRAJECTOIRE + VITESSE = MOUVEMENT**

II. Quel est l'effet d'une force sur un corps ?

1. La notion d'interaction

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

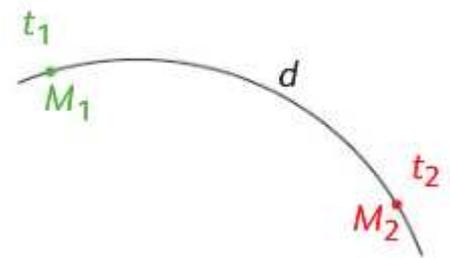
Par exemple, la gravitation, abordée au collège est un exemple d'interaction: c'est une interaction attractive à distance.

Ici Io est en interaction à distance avec Jupiter, c'est à dire que chacun des deux corps exercent une action mécanique sur l'autre.

On appelle action mécanique une action capable de modifier le mouvement d'un corps



8 Dans le référentiel géocentrique, la Lune décrit une trajectoire pratiquement circulaire autour du centre de la Terre.



9 Jupiter et ses satellites (ici Io) sont en interaction.



Il existe plusieurs type d'action :

► **Les actions de contact :**

Une action est dite de contact si les deux corps (actionneur et receveur) sont en contact.

► **Les actions à distance :**

Comme son nom l'indique, il n'y a pas de contact entre l'actionneur et le receveur.

Pour dresser l'inventaire des interactions entre le corps étudié et l'ensemble des objets qui l'entoure, on utilise un diagramme objet interaction :

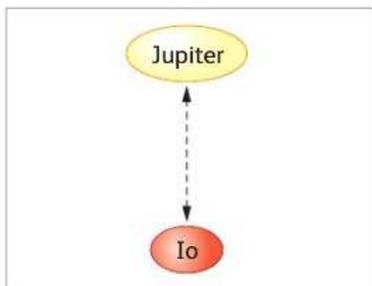


Diagramme objets-interactions pour Io. Les interactions à distance sont représentées par des flèches en pointillés. Le corps étudié est en rouge.

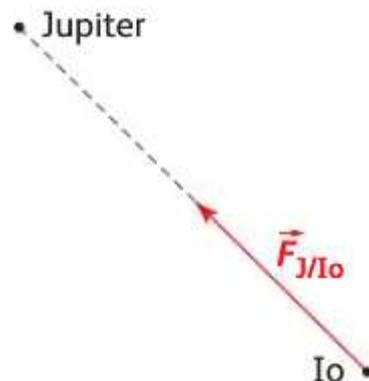
2. Modélisation d'une action mécanique

Une action mécanique peut être modélisée par une force.

Une force est représentée par un vecteur noté : $\vec{F}_{\text{acteur}/\text{receveur}}$

Elle a 4 caractéristiques :

- Une origine (point d'application de la force)
- Une direction
- Un sens
- une norme ou valeur exprimée en newton (N)

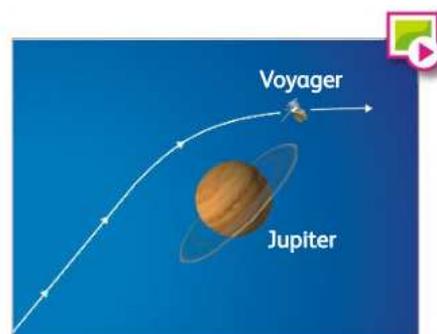


11 Représentation de la force exercée par Jupiter sur Io.

3. Force et mouvement.

La trajectoire d'une sonde est modifiée lorsqu'elle passe à proximité d'une planète; la force exercée par la planète sur la sonde modifiée aussi la valeur de sa vitesse.

La sonde est accélérée si elle s'approche de la planète dans le sens du mouvement de celle-ci autour du soleil et freinée dans le cas contraire. Cette technique est appelée assistance gravitationnelle".



12 Modification de la trajectoire de la sonde Voyager par l'assistance gravitationnelle de Jupiter dans son voyage vers Saturne.

Une force qui s'exerce sur un corps peut

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

Toute modification du mouvement d'un corps soumis à une force dépend de la masse du corps.

Ex : il est plus difficile au rugby de plaquer un joueur de 120Kg qu'un joueur de 80Kg