

Le mouvement de la Terre et des planètes (chapitre 6 de Physique sur l'univers)

Introduction : Le système solaire est constitué de nombreux astres, dont une étoile, le soleil, et planètes. Comment décrire le mouvement des astres du système solaire ?

1°) Que faut-il définir avant d'étudier un mouvement ?

1°) **Système** : Soient les animation suivantes ([animation 1](#) et [animation 2](#)). Dans la première animation nous allons nous intéresser au mouvement du crocodile mais observé de différents points de vues. Dans l'animation 2 nous étudions le mouvement de Mars ([voir animation](#) + TP n°6) si l'on se place au niveau du soleil ou au niveau de la Terre .

Avant de démarrer ces études il faut définir le système étudié : c'est à dire l'objet, ou le point objet, dont on étudie mouvement.

L'étude du mouvement d'un corps quelconque peut s'avérer très compliquée (car beaucoup de points). En seconde nous nous limiterons, dans un premier temps, à l'étude du mouvement du centre du système : par exemple le centre de la planète Mars.

2°) Relativité du mouvement et notion de référentiel :

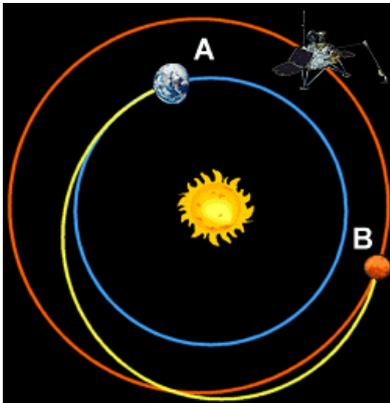
A la question "Quel est le mouvement du crocodile ?", il est possible d'apporter plusieurs réponses aussi valables les unes que les autres. Par exemple: Le crocodile est ou le crocodile se déplace suivant une droite si on ne bouge pas en le regardant passé ...

De la même façon Mars a une trajectoire quand on l'observe du centre du soleil, par contre on a un mouvement curviligne (rétrograde) quand on l'observe du centre de la Terre (voir TP N°6).

Trajectoire de Mars

(observation du centre du soleil)

Trajectoire de Mars (observation du centre de la Terre)



La notion de mouvement est donc relative à l'objet par rapport auquel on l'étudie (ce dernier constitue le référentiel).

3°) Notion de référentiel :

a°) Définition :

Un référentiel est un corps par rapport auquel on étudie le mouvement d'autres corps.

Exemples : Dans la situation du crocodile, 4 référentiels peuvent être utilisés :

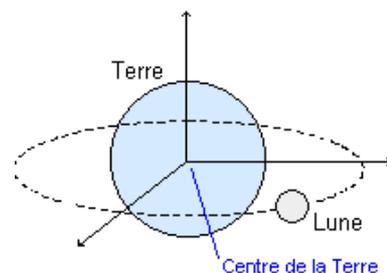
b°) Choix du référentiel et référentiels les plus utilisés :

Le choix d'un référentiel semble assez arbitraire. A priori tout corps peut servir de référentiel. L'étude ultérieure des lois physiques régissant les mouvements des corps montre qu'il existe des référentiels mieux adaptés que d'autres, c'est à dire des référentiels dans lesquels les descriptions de mouvements et les lois physiques mises en jeu sont plus simples. Parmi ceux-ci citons:

- Le référentiel terrestre: c'est le référentiel constitué par la Terre (ou par tout ce qui est fixe par rapport à la Terre). Ce qu'on appelle couramment le référentiel du laboratoire en fait parti. Ce référentiel est bien adapté à l'étude des mouvements de courte durée des objets sur la Terre.

- Le référentiel géocentrique est un solide imaginaire constitué du centre de la Terre et d'étoiles suffisamment lointaines pour sembler immobiles. Ce référentiel est bien adapté à l'étude du mouvement de la

Référentiel géocentrique



- Le référentiel héliocentrique est un solide imaginaire construit à partir du centre du Soleil et les centres de trois étoiles lointaines. Ce référentiel est bien adapté à l'étude du mouvement

II°) Caractéristiques d'un mouvement :

1°) Remarques :

Faire l'étude du mouvement d'un point mobile consiste à rechercher deux types d'informations: une information sur la trajectoire du point mobile d'une part et une information sur la rapidité avec laquelle cette trajectoire est parcourue. C'est ce qu'on appelle la vitesse.

Le mouvement étant relatif au référentiel choisi, les deux informations, trajectoire et vitesse, que nous recherchons dépendent aussi du référentiel. Il est donc indispensable de préciser le référentiel choisi avant de rechercher la trajectoire et la vitesse d'un mobile.

2°) Trajectoire :

a°) Définition :

La trajectoire d'un point mobile est l'ensemble des positions occupées par ce point au cours du mouvement (exemples : voir trajectoire de Mars dans le I°)2°)).

b°) Trajectoires particulières :

Si l'ensemble des positions successives du point mobile au cours du mouvement se situe sur un cercle ou sur un arc de cercle on dit que le mouvement est

Si l'ensemble des positions successives du point mobile au cours du mouvement se situe sur une droite on dit que le mouvement est

Si l'ensemble des positions successives du point mobile au cours du mouvement se situe sur une courbe quelconque on dit que le mouvement est

3°) Vitesse :

Définitions :

Vitesse : Vitesse moyenne : Dans un référentiel choisi, la vitesse moyenne V_m d'un point mobile est le rapport entre la distance d parcourue par le point mobile et la durée Δt du déplacement. L'expression littérale de cette vitesse moyenne est

$$\text{donc } V_m = \frac{d}{\Delta t}$$

Les unités de mesures (S.I) sont: Le mètre(m) pour les distances d . La seconde (s) pour les durées (intervalles de temps) Δt . Le mètre par seconde (m/s) pour la vitesse. On utilise aussi fréquemment le kilomètre par heure (km/h ou $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$).

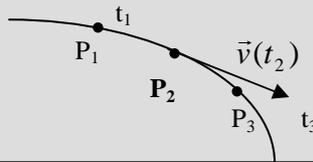
Il est alors nécessaire de savoir passer (convertir) d'un système d'unités à l'autre.

Exemple: Soit une vitesse $V_m=36\text{km/h}$ à exprimer en mètre par seconde. On écrira :

$$d=36\text{km}= \dots\dots\dots\text{m. et } \Delta t=1\text{h}= \dots\dots\dots. \text{ En reprenant la relation de définition de la vitesse on a: } V_m= \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots} =10\text{m/s}$$

Vitesse instantanée : La vitesse peut souvent varier à chaque instant. On évalue la valeur absolue de la vitesse instantanée d'un point P à la date t_2 en calculant la vitesse moyenne de ce point entre deux dates t_1 et t_3 , aussi proches que possibles, encadrant la date t_2 :

$$|V(t_2)| \approx |P_3P_1| / (t_3 - t_1) \text{ (en m / s) avec } P_1P_3 \approx P_1P_2 \text{ quand } P_1 \text{ et } P_3 \text{ sont proches.}$$



Importance du référentiel pour définir la vitesse :

Dans l'exemple de l'animation du crocodile, la vitesse du crocodile est par rapport à quelqu'un qui marche à côté de lui à la même vitesse, alors que la vitesse du Crocodile n'est pas nulle par rapport à quelqu'un d'immobile sur Terre.

4°) Mouvements particuliers :

Considérons le document suivant. Il a été obtenu en enregistrant, à l'aide d'un dispositif approprié, les positions d'un point d'un solide, à intervalles de temps égaux, au cours de son mouvement relativement à la Terre.



On observe plusieurs phases au cours de ce mouvement:

De la position 0 à la position 4, le point mobile parcourt des distances de plus en plus grandes pendant des intervalles de temps égaux. Le mobile va donc de plus en plus vite. Sa vitesse augmente. On dit que le mouvement est

De la position 4 à la position 8, le point mobile parcourt des distances égales pendant des intervalles de temps égaux. Sa vitesse ne change pas, elle est constante. On dit que le mouvement est

De la position 8 à la position 12, le point mobile parcourt des distances de plus en plus petites pendant des intervalles de temps égaux. Le mobile va donc de moins en moins vite. Sa vitesse diminue. On dit que le mouvement est