

La relativité du mouvement

I) Le mouvement est relatif

1) En mouvement ou au repos ?

Tous les observateurs d'un phénomène n'apportent pas nécessairement la même réponse à cette question.

Le mouvement d'un objet est relatif à un observateur

2) Notion de référentiel

a) Définition

Avant de décrire un mouvement il faut définir un **objet de référence** ou **référentiel**.

Un référentiel est un objet par rapport auquel on étudie le mouvement d'autres objets

b) choix du référentiel

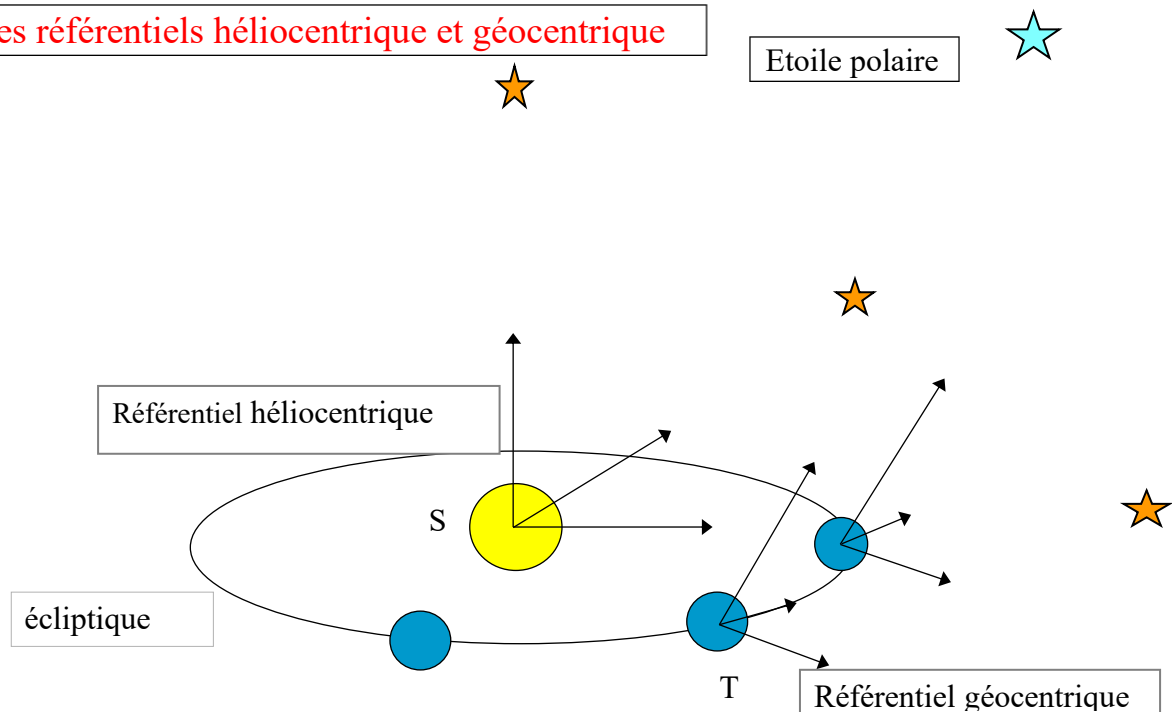
La définition du référentiel est arbitraire, c'est-à-dire que tout objet peut-être choisi comme référentiel. Il existe cependant des référentiels mieux adaptés que d'autres

Le **référentiel terrestre** : c'est le référentiel constitué par la Terre ou par tout objet lié rigidement à la Terre (la salle de classe, une chaise...). On le choisi en général pour l'étude des mouvements ayant lieu à la surface de notre planète

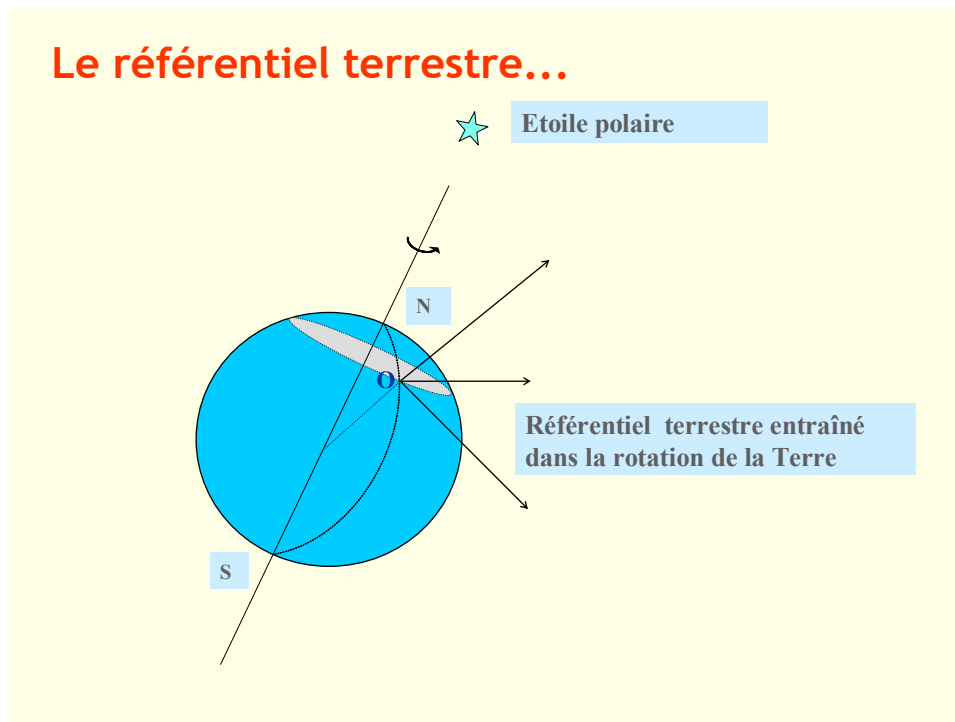
Le **référentiel géocentrique** : il est constitué par le centre de la Terre et trois étoiles lointaines dont les directions sont supposée fixes. En général, l'un de ces axes est confondu avec l'axe de rotation de la Terre et est orienté vers l'étoile polaire. On utilise ce référentiel pour l'étude des mouvements de la Lune ou des stellites artificiels

Le **référentiel héliocentrique** : il a pour origine le centre du Soleil et trois étoiles lointaines dont les directions sont supposées fixes. Le référentiel héliocentrique de décrire le mouvement des planètes.

Les référentiels héliocentrique et géocentrique



Le référentiel terrestre...



II) Caractéristique du mouvement

1. Remarques

Faire l'étude du mouvement d'un objet dans un référentiel donné c'est donner des informations sur la trajectoire et sur la vitesse de l'objet.

2) Mouvement et trajectoire

- Dans un référentiel choisi, décrire le mouvement d'un objet, c'est donner ses différentes positions à différentes dates.
- Dans ce référentiel, l'objet est en mouvement si sa position varie au cours du temps.
- L'ensemble des positions occupées par cet objet au cours du temps est appelé **trajectoire**.

La trajectoire dépend du référentiel choisi

- Si la trajectoire est une droite, le mouvement est **rectiligne**.
- Si la trajectoire est un cercle, le mouvement est **circulaire**.

3) Mouvement et vitesse

Un objet en mouvement est appelé **mobile**.

a) Vitesse moyenne

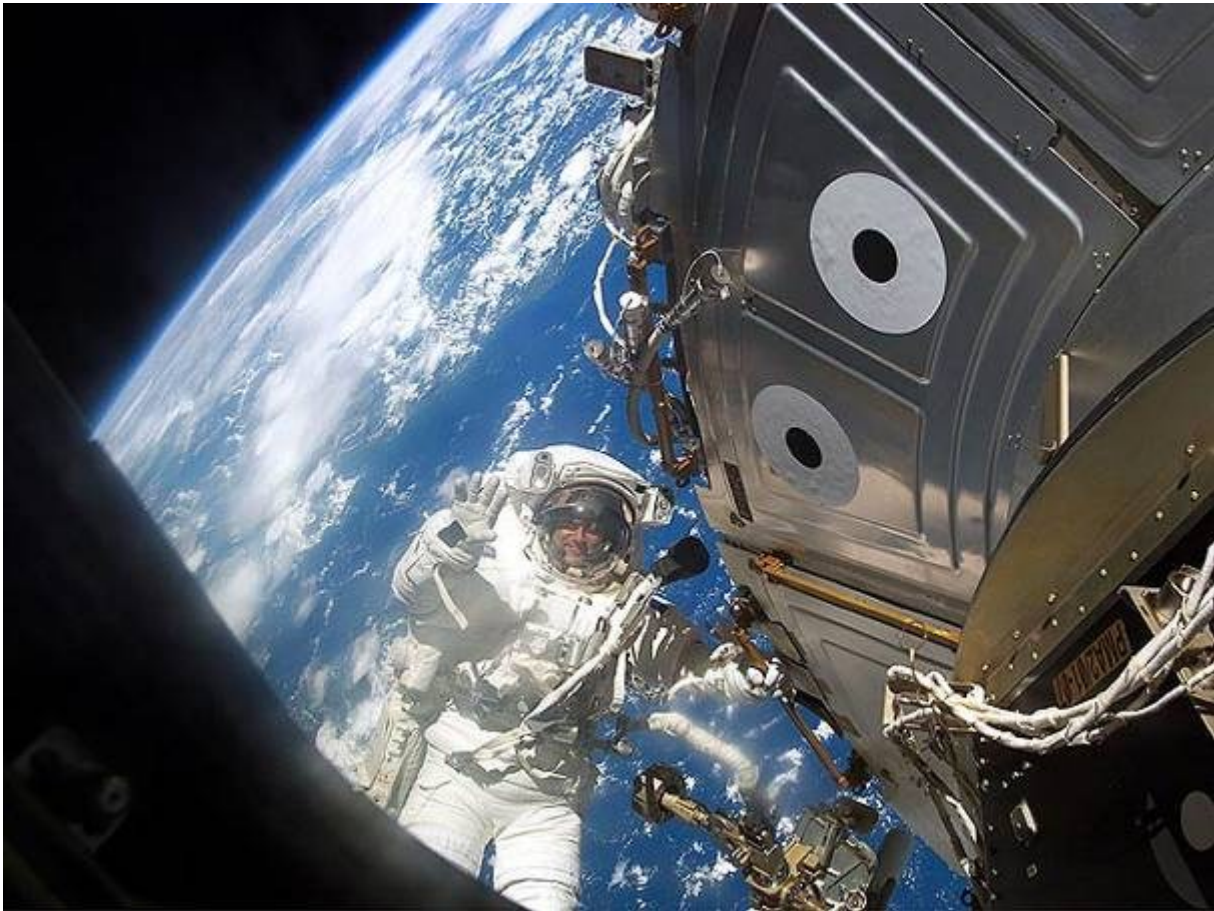
Dans le référentiel d'étude, on appelle **vitesse moyenne** du mobile le rapport :

$$v_m = \frac{d}{\Delta t}$$

Où d est la distance parcourue par le mobile pendant la durée Δt .

L'unité SI de la vitesse est le **m.s⁻¹**. Usuellement on utilise le km.h⁻¹.

Considérons un spationaute lors d'une sortie dans l'espace. Il est immobile par rapport à son engin spatial ; dans ce référentiel, la valeur de la vitesse est nulle. Par contre, dans le référentiel terrestre, il tourne autour de la Terre à une vitesse de l'ordre de 10^3m.s^{-1} .



La valeur de la vitesse d'un mobile dépend du référentiel

La vitesse moyenne n'est pas pertinente pour caractériser le mouvement. Pour cela il faut définir une nouvelle grandeur appelé vitesse instantanée.

b. Vitesse instantanée

Définition

On appelle vitesse instantanée d'un solide ponctuel à la date t la vitesse moyenne du solide pendant une brève durée autour de la date t .

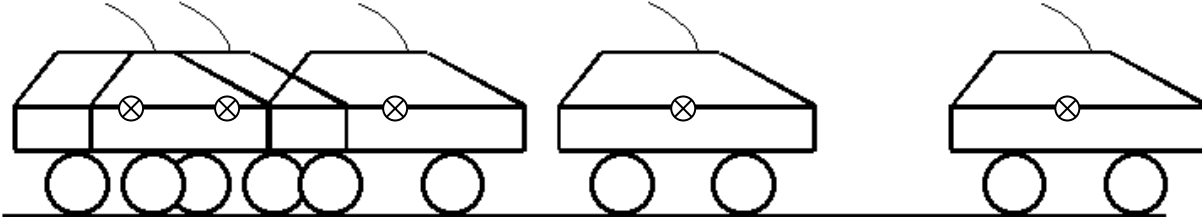
$$v_{M_2} = \frac{d(M_3, M_2) + d(M_2, M_1)}{t_3 - t_1}$$

Remarques

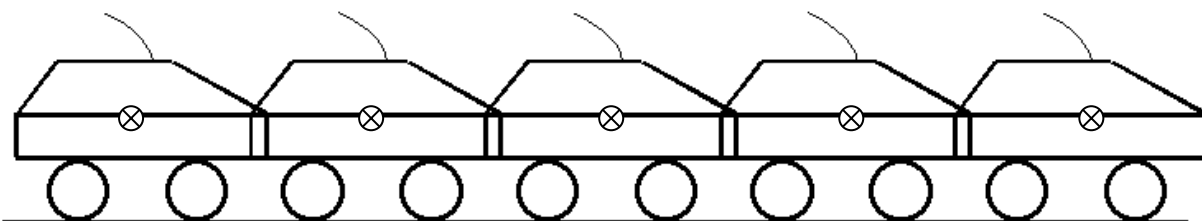
- **La vitesse d'un point du mobile dépend du référentiel utilisé.**
- La vitesse instantanée d'un point matériel est la valeur indiquée par le tachymètre (indicateur de vitesse) d'un véhicule.
- Le mouvement est dit **uniforme** si la valeur de la vitesse instantanée reste constante.
- Le mouvement est dit **accélééré** si la valeur de la vitesse instantanée augmente au cours du temps.
- Le mouvement est dit **décélééré** si la valeur de la vitesse instantanée diminue au cours du temps.
- Le mouvement d'un point matériel est dit **curviligne accélééré** si sa trajectoire est une courbe et que la vitesse instantanée augmente.
- Le mouvement d'un point matériel est dit **rectiligne décélééré** si sa trajectoire est une droite et que la vitesse instantanée diminue.
- Le mouvement d'un point matériel est dit **circulaire uniforme** si sa trajectoire est un cercle et la vitesse instantanée est constante.

4. Technique pour étudier l'évolution de la vitesse instantanée.

La chromatographie désigne une technique photographique qui consiste à prendre une succession de photographies à intervalles de temps constants, permettant de décomposer chronologiquement les phases d'un mouvement ou d'un phénomène physique, trop rapide pour être observés à l'œil nu.



Chronophotographie d'un mobile en mouvement avec des intervalles de temps égaux. La distance entre 2 points successifs augmente, c'est-à-dire que les distances parcourues par le mobile durant des intervalles de temps identiques augmentent. La valeur de la vitesse du mobile augmente : on dit que le **mouvement est accéléré**.



La distance entre 2 points successifs est constante, c'est-à-dire que les distances parcourues par le mobile durant des intervalles de temps identiques est la même. La valeur de la vitesse est constante : on dit que le **mouvement est uniforme**.

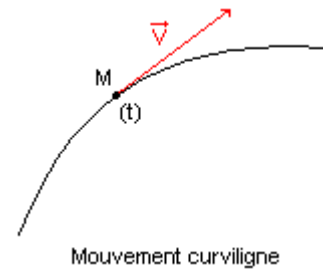
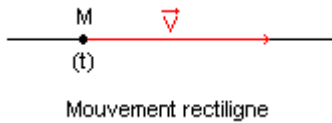
Si la distance entre 2 points successifs diminue, la valeur de la vitesse diminue : on dit que le **mouvement est décélééré**.

5. Vecteur vitesse

Définition du vecteur vitesse

A un instant de date t , le mouvement d'un point du mobile est déterminé par:

- La position du mobile.
- Le vecteur vitesse \vec{V} du point caractérisé par:
 - **sa direction: la tangente à la trajectoire.**
 - **son sens : celui du mouvement.**
 - **sa valeur: la vitesse instantanée du mobile.**



En écriture vectorielle, le vecteur vitesse d'un point est donné par la relation :

$$\vec{V}_{M_i} = \frac{\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

où $\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}$ est le vecteur déplacement entre les deux positions, encadrant la position où on définit le vecteur vitesse, très proche l'une de l'autre et que l'intervalle de temps $t_{i+1} - t_{i-1}$ devient petit.

Remarque : Dans le cas :

- du mouvement rectiligne uniforme, le vecteur vitesse est constant
- du mouvement rectiligne non uniforme, le vecteur vitesse n'est pas constant car sa valeur change mais pas sa direction ni son sens.
- du mouvement circulaire uniforme, la valeur du vecteur vitesse est constante, mais son sens et sa direction changent en chaque instant.