

Description d'un mouvement

I Système et référentiel

1 - Système

La **cinématique** est l'étude du mouvement d'un système. On ne s'intéresse pas aux causes du mouvement.

Définition :

Le **système** est l'objet ou un ensemble d'objets reliés entre eux, dont on étudie le mouvement. Pour simplifier l'étude, on modélise le système par un point, de même masse et situé au centre de gravité de l'objet.

Ce modèle du point matériel ne prend pas en compte la géométrie de l'objet ni les déformations éventuelles de celui-ci, mais il permet de décrire le mouvement global du système.

2 - Référentiel

Définition :

Le **référentiel** d'étude est l'objet de référence par rapport auquel on étudie le mouvement du système. On associe à ce référentiel un repère d'espace et un repère de temps.

Exemple : Dans l'image ci-contre, le mouvement des passagers du train sera perçu différemment si l'on se situe à la place de l'observateur mobile ou si l'on se situe dans le train en mouvement, d'où l'importance du référentiel.



Propriétés :

- Le repérage dans l'espace doit être constitué de trois axes pour un mouvement en 3D ou de deux axes pour un mouvement en 2D. Chaque point matériel M décrivant la trajectoire du système aura alors pour coordonnées $M(x; y; z)$ ou $M(x; y)$.
- Le repérage dans le temps est une horloge que tous les observateurs déclenchent en même temps.

De manière générale, on distingue 3 grands référentiels de base (même s'il en existe bien plus) :

- Référentiel géocentrique : référentiel lié au centre de la Terre.
- Référentiel héliocentrique : référentiel lié au centre du Soleil.
- Référentiel terrestre : référentiel lié à la surface de la Terre.

3- Relativité du mouvement

Définition :

La description du mouvement dépend du référentiel d'étude choisi, du point de vue d'où on l'observe.

Exemple : Un objet posé sur la table devant un voyageur, lui paraîtra immobile. Le même objet observé par un individu attendant sur le quai de la gare, sera pour lui en mouvement.

II Trajectoire et vitesse

1- Trajectoire

Définition :

L'ensemble des positions qu'occupe un objet (ou mobile) au cours de son mouvement, dans un référentiel donné, constitue sa **trajectoire**.

La trajectoire peut être :

- **rectiligne** si l'objet se déplace en ligne droite.
- **curviligne** si l'objet décrit une courbe quelconque.
- **circulaire** si l'objet tourne en rond (décrit un cercle ou une portion de cercle).

2- Vecteur vitesse

Rappel : Le vecteur est un outil mathématique permettant de représenter une grandeur et possédant quatre caractéristiques :

- une direction (la droite qui le supporte)
- un sens (indiqué par une flèche)
- une intensité (appelée norme en mathématiques, elle est proportionnelle à la longueur de la flèche)
- un point d'application (point de départ de la flèche).

Définition :

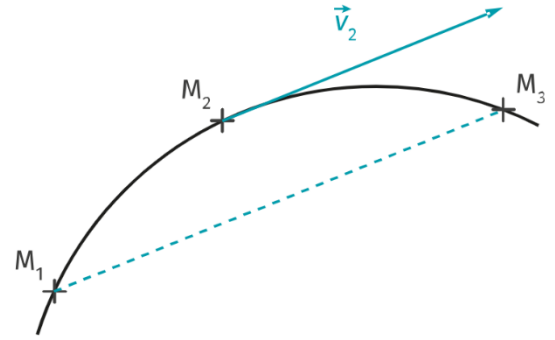
Le **vecteur vitesse** d'un point matériel M permet de décrire la direction, le sens et la valeur de la vitesse en un point, à un instant t donné. Il est tangent à la trajectoire et orienté dans le sens du mouvement.

Vidéo explicative de la tangente

Exemple : Un objet se déplace selon le schéma ci-contre. Le vecteur vitesse du système au point M_2 entre les dates t_1 et t_3 , a pour expression : $\vec{v}_2 = \frac{\overrightarrow{M_1M_3}}{t_3 - t_1}$

Ce vecteur a les caractéristiques suivantes :

- direction : parallèle au segment $[M_1M_3]$
- sens : celui du mouvement
- norme : $v_2 = \frac{M_1M_3}{t_3 - t_1}$ avec :
 - M_1M_3 la distance en mètre (m) entre les points M_1 et M_3
 - $t_3 - t_1$ la durée séparant les instants t_3 et t_1 en secondes (s)
 - v_2 la valeur de la vitesse en mètre par seconde ($m.s^{-1}$)

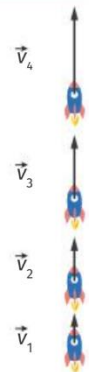


III Variation du vecteur vitesse

1- Variation de la valeur du vecteur vitesse

Propriétés :

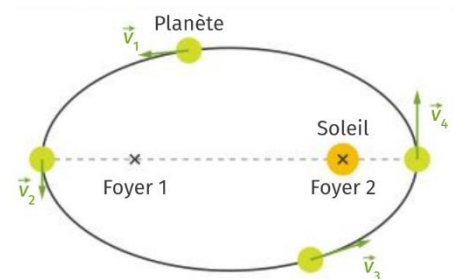
- Si la valeur du vecteur vitesse augmente, le mouvement est accéléré (ci-contre).
- Si la valeur du vecteur vitesse diminue, le mouvement est ralenti.
- Si la valeur du vecteur vitesse est constante, le mouvement est uniforme.



2- Variation de la direction du vecteur vitesse

Propriété :

- Si la direction du vecteur vitesse est constante lors du mouvement, alors le mouvement est rectiligne (comme dans l'exemple précédent).
- Si la direction du vecteur vitesse varie, alors le mouvement est circulaire ou curviligne (ci-contre).

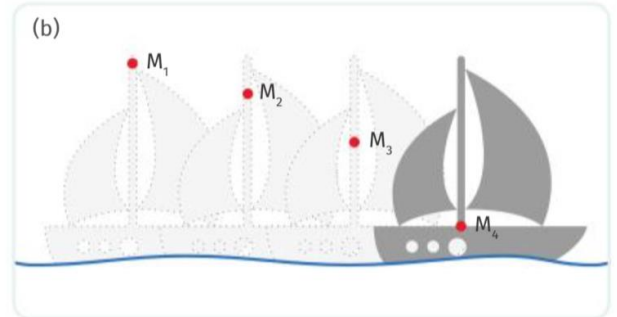
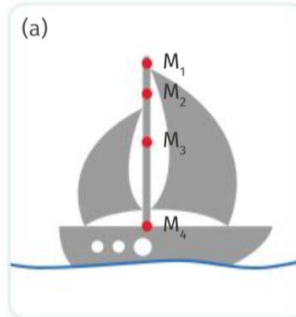


Bilan

Référentiel et trajectoire

La description du mouvement est relative au référentiel d'étude choisi :

- dans le référentiel lié au bateau, la trajectoire est une droite (a).
- dans le référentiel terrestre, la trajectoire est une parabole (b).

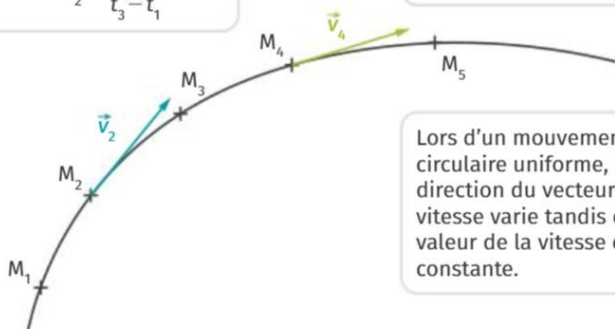


Vecteur vitesse

Le **vecteur vitesse** au point M_2 permet de décrire la direction, le sens et la valeur de la vitesse à l'instant t_2 .

$$\text{Expression : } \vec{v}_2 = \frac{\overrightarrow{M_1 M_3}}{t_3 - t_1}$$

Le système est modélisé par un **point matériel** M. L'ensemble des points successivement occupés par le point matériel forme la **trajectoire**.



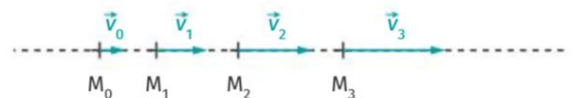
Lors d'un mouvement circulaire uniforme, la direction du vecteur vitesse varie tandis que la valeur de la vitesse est constante.

Cas d'un mouvement rectiligne :

- $\vec{v}$ a une direction constante.

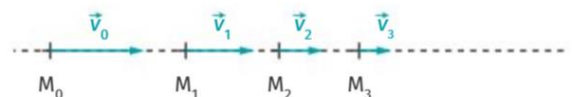
Mouvement rectiligne accéléré :

- la valeur de $\vec{v}$ augmente.



Mouvement rectiligne décéléré :

- la valeur de $\vec{v}$ diminue.



Les limites de la modélisation

> Le modèle du point matériel

Pour décrire le mouvement d'un objet, on modélise l'objet par un point matériel, situé en son centre de gravité.

Ce modèle permet de :

- décrire facilement la trajectoire d'un objet ;
- représenter simplement le vecteur vitesse en un point.

Mais il ne permet pas de :

- décrire les mouvements de rotation d'un objet sur lui-même ;
- décrire sa déformation éventuelle au cours du mouvement.

> Le vecteur vitesse

En pratique, on détermine le vecteur vitesse moyenne d'un objet entre deux points proches.

Ce modèle permet de :

- définir la direction, le sens et la valeur en différents points.

Mais il ne permet pas de :

- déterminer la vitesse instantanée qui est calculée entre deux points infiniment proches l'un de l'autre.