

Chapitre 1 : Mouvement

I) Déplacement

A) Système

Un **système** est l'objet dont on étudie le mouvement.

On appelle **point matériel** un système qu'il est possible de modéliser par un point M possédant une masse m .

Lorsqu'on décrit le mouvement d'un système modélisé par un point matériel, il y a une **perte d'informations** quand :

- les dimensions du système ne sont pas négligeables par rapport aux distances intervenant dans l'étude ;
- tous les points matériels du système n'ont pas le même mouvement.

Exemple :

Si nous étudions le mouvement d'un oiseau, le système étudié est donc l'oiseau. Pour plus de simplicité, il est possible de représenter l'oiseau par un point matériel M, même si ses ailes n'ont pas le même mouvement que son corps.

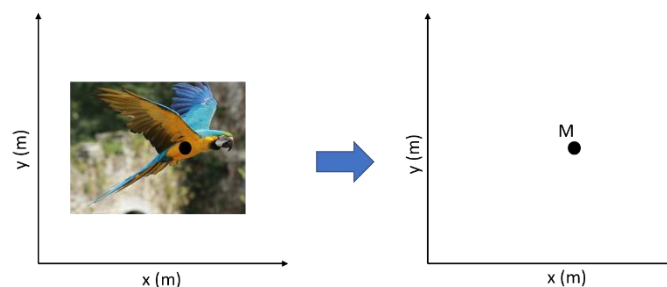


Figure PA1.1 : Représentation d'un oiseau par un point matériel.

B) Référentiel

On appelle référentiel, l'objet de référence (supposé fixe) par rapport auquel on étudie le mouvement d'un système.

On associe au référentiel :

- un **repère spatial** pour décrire les positions d'un système ;
- un **repère temporel** pour connaître la position d'un système à chaque instant t .

Les échelles spatiale et temporelle doivent être adaptées au mouvement étudié.

Exemple :

Référentiel terrestre : les trois axes suivent la Terre dans sa rotation sur elle-même.

On utilise ce référentiel pour étudier des mouvements se produisant à la surface ou au voisinage de la Terre comme le mouvement d'un sportif, la chute d'une balle...

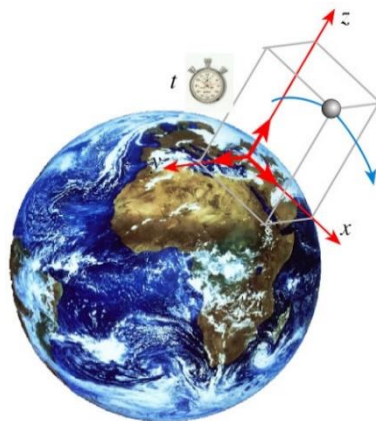


Figure PA1.2 : Référentiel terrestre.

Référentiel géocentrique : le centre de la Terre est l'origine du repère et les trois axes pointent vers trois étoiles lointaines.

Ce référentiel peut être utilisé pour étudier les satellites de la Terre.



Figure PA1.3 : Référentiel géocentrique.

Référentiel héliocentrique : l'origine du repère est le centre du Soleil et les trois axes pointent vers trois étoiles lointaines.

Ce référentiel peut être utilisé pour étudier le mouvement des planètes du système solaire.

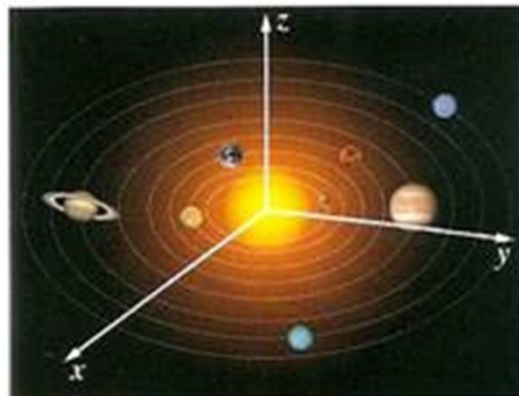


Figure PA1.4 : Référentiel héliocentrique.

Le mouvement d'un objet dépend du référentiel utilisé pour le décrire. On dit que le **mouvement est relatif**.

Exemple :

Si je prends le quai comme référentiel, un passager assis dans un train en mouvement est lui-même en mouvement par rapport au quai. Toutefois, si je prends ce train en mouvement comme référentiel, un passager assis dans ce train est immobile par rapport aux autres passagers assis.

Pour étudier le mouvement d'un système, il faut choisir la bonne échelle spatiale et temporelle.

Exemple :

Pour étudier le mouvement de la Terre autour du Soleil, il vaut mieux prendre comme échelle :

- concernant la distance : des kilomètres plutôt que des millimètres ;
- concernant le temps : des jours plutôt que des secondes.

C) Trajectoire

La **position** est la situation d'un système dans l'espace à un temps donné.

La trajectoire d'un système est l'ensemble des positions successives qu'il occupe au cours de son mouvement.

On distingue **trois grands types de trajectoire** :

- si la trajectoire est une **ligne droite**, le mouvement est **rectiligne** ;
- si la trajectoire est un **cercle**, le mouvement est **circulaire** ;
- si la trajectoire est une **courbe**, le mouvement est **curviligne**.

Exemple :

Si je roule à vélo en ligne droite, mon mouvement est rectiligne.

Une grande roue a un mouvement circulaire.

Quand je slalome en faisant du ski, je fais plein de mouvements curvilignes.

D) Vecteur déplacement

Lorsqu'un système se déplace entre deux positions appelées M et M', on peut définir un **vecteur déplacement** $\overrightarrow{MM'}$.

Ce vecteur a pour :

- **direction** : la droite (MM') ;
- **sens** : celui du mouvement (de M vers M') ;
- **valeur** : la distance entre M et M'.

Le vecteur déplacement indique le **plus court chemin** possible d'un point à un autre. Cependant, ce chemin n'est pas toujours suivi par le système.

Exemple :

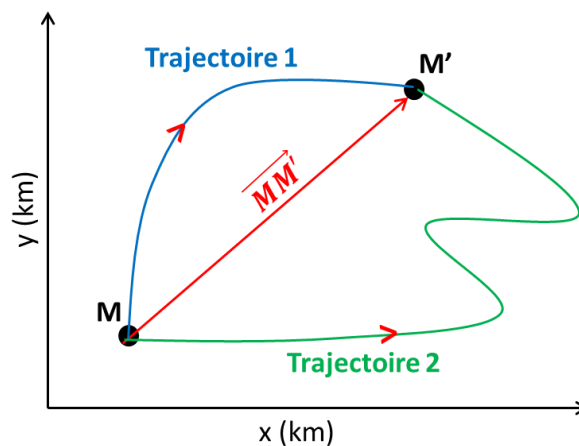


Figure PA1.5 : Vecteur déplacement de deux trajectoires différentes.

Les deux trajectoires ont le même point de départ M et le même point d'arrivée M'. De ce fait, le vecteur déplacement reliant M et M' est le même pour ces deux trajectoires.

II) Vitesse

A) Vitesse moyenne

La vitesse moyenne (v) représente la distance parcourue (d) pendant un temps donné (t).

Elle se calcule par la formule suivante :

$$\text{en m/s} \rightarrow v = \frac{d \leftarrow \text{en m}}{t \leftarrow \text{en s}}$$

On peut en déduire ces deux autres formules :

$$d = v \times t \quad \text{et} \quad t = \frac{d}{v}$$

Remarque :

Pour convertir des m/s en km/h et vice-versa, on peut utiliser la formule suivante :

$$v \text{ (en m/s)} \begin{array}{c} \xrightarrow{\times 3,6} \\ \xleftarrow{\div 3,6} \end{array} v \text{ (en km/h)}$$

Exemple :

Pour chaque situation, calculer la donnée manquante :

	Distance (m)	Temps (s)	Vitesse (m/s)
Situation n°1	100	20	???
Situation n°2	1500	???	3000
Situation n°3	???	60	1200

Tableau A1.1 : Tableau de valeurs pour s'exercer aux formules liées à la vitesse.

$$\text{Situation n° 1 : } v = \frac{d}{t} = \frac{100}{20} = 5 \text{ m/s}$$

$$\text{Situation n° 2 : } t = \frac{d}{v} = \frac{1500}{3000} = 0,5 \text{ s}$$

$$\text{Situation n° 3 : } d = t \times v = 60 \times 1200 = 72\,000 \text{ m} = 72 \text{ km}$$

B) Vecteur vitesse moyenne

Entre les positions M et M', le vecteur vitesse moyenne \vec{v}_{moy} d'un système est le rapport du vecteur déplacement $\overrightarrow{MM'}$ par la durée Δt du parcours :

$$\text{en m/s} \rightarrow \vec{v}_{moy} = \frac{\overrightarrow{MM'}}{\Delta t} \left\{ \begin{array}{l} \text{← en m} \\ \text{← en s} \end{array} \right. \text{ avec } \Delta t = t_{M'} - t_M$$

Le vecteur vitesse moyenne est **indépendant de la trajectoire** du système entre M et M', et il est **colinéaire au vecteur déplacement** $\overrightarrow{MM'}$.

De ce fait, le vecteur vitesse moyenne a pour :

- **direction** : la droite (MM') ;
- **sens** : celui du mouvement (de M vers M') ;
- **valeur** : $v_{moy} = \frac{MM'}{\Delta t}$

Exemple :

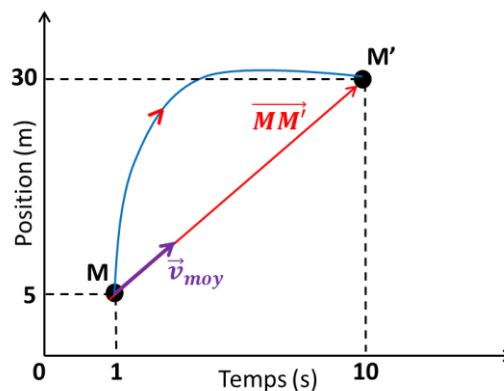


Figure PA1.6 : Représentation du vecteur vitesse moyenne.

Nous pouvons voir que le vecteur vitesse moyenne est colinéaire à $\overrightarrow{MM'}$.

Distance entre M et M' : $MM' = 30 - 5 = 25 \text{ m}$

Durée du parcours : $\Delta t = 10 - 1 = 9 \text{ s}$

Vitesse moyenne : $v_{moy} = \frac{MM'}{\Delta t} = \frac{25}{9} \approx 2,78 \text{ m/s}$

C) Vecteur de vitesse instantanée

Le vecteur vitesse instantanée \vec{v} en un point de la trajectoire du système est une vitesse moyenne calculée sur un intervalle de temps très court.

Le sens et la direction sont confondus avec la tangente en ce point.

$$\text{en m/s} \rightarrow \vec{v} = \frac{\overrightarrow{MM'}}{\Delta t} \left\{ \begin{array}{l} \text{en m} \\ \text{en s} \end{array} \right. \text{ avec } \Delta t \text{ très court}$$

Le vecteur vitesse instantanée \vec{v} a pour :

- **direction** : la tangente de la trajectoire ;
- **sens** : celui du mouvement ;
- **valeur** : $v = \frac{MM'}{\Delta t}$

Exemple :

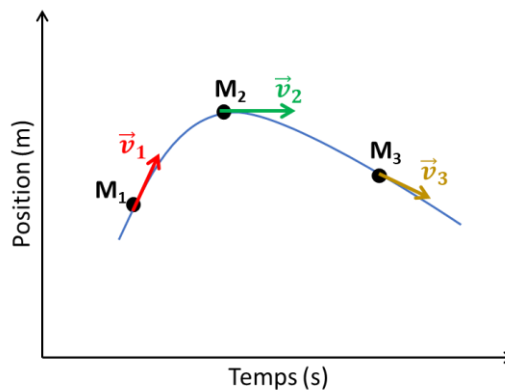


Figure PA1.7 : Schématisation d'un vecteur vitesse instantanée.

D) Mouvement rectiligne

Un mouvement rectiligne uniforme est un mouvement en ligne droite dont la direction et la valeur du vecteur vitesse ne changent pas au cours du temps.

Si la valeur du vecteur vitesse augmente ou diminue au cours du temps, on parle d'**accélération** ou de **décélération**.

Exemple :

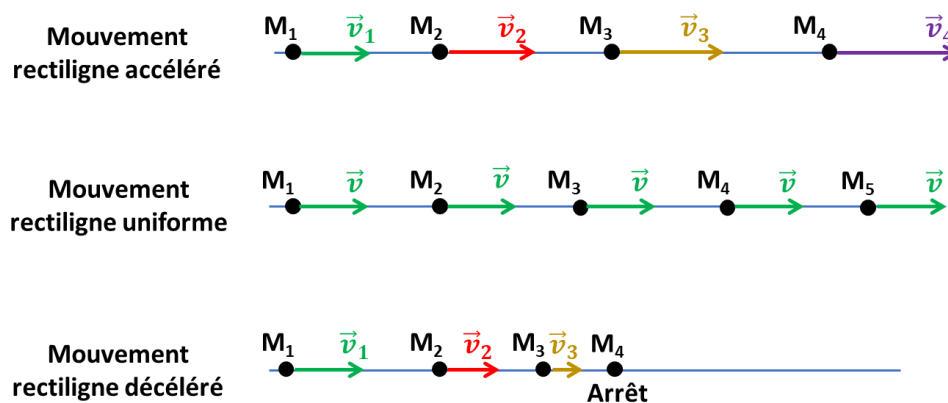


Figure PA1.8 : Différents mouvements rectilignes.

Au cours d'un mouvement rectiligne accéléré, la distance entre les points augmente au cours du temps car la vitesse augmente progressivement. En revanche, la direction de \vec{v} ne change pas.

Au cours d'un mouvement rectiligne uniforme, la distance entre les points ne change pas au cours du temps car la vitesse reste constante. Par ailleurs, la direction de \vec{v} ne change pas.

Au cours d'un mouvement rectiligne décéléré, la distance entre les points diminue au cours du temps car la vitesse diminue progressivement. En revanche, la direction de \vec{v} ne change pas jusqu'à l'arrêt du système.