

## Chapitre 2 : Mouvement et interactions

Dans ce chapitre on va étudier comment décrire un mouvement, expliquer les causes du mouvements et introduire le principe d'inertie.

### I – Décrire un mouvement

- ▶ L'étude descriptive d'un mouvement s'appelle la **cinématique**, qui vient du mot grec pour mouvement « kinema » (c'est aussi l'origine du mot cinéma).
- ▶ Ici descriptive veut dire que l'on va décrire un mouvement, sans chercher à connaître les causes qui produisent ce mouvement.

### 1 – Système et référentiel

#### A – Système

**Système** : objet dont on étudie le mouvement.

On ne va s'intéresser qu'au mouvement global du système. C'est pourquoi on va modéliser le système par un point de même masse, localisé en son centre de masse. C'est le **modèle du point matériel**.

- ▶ Le modèle du point matériel revient à oublier toute information sur la géométrie du système étudié. Les éventuelles rotations et déformations ne sont donc pas prises en compte.

#### B – Référentiel et relativité

Pour décrire le mouvement, il faut pouvoir le repérer dans l'espace et dans le temps, pour ça on utilise un **référentiel**.

**Référentiel** : objet de référence, muni d'un repère d'espace et de temps, par rapport auquel on étudie le mouvement du système.

- ▶ Le repère d'espace est composé de trois axes pour un mouvement à trois dimensions et de deux axes pour un mouvement à deux dimensions.
- ▶ Pour un repère à deux dimensions d'axes  $x$  et  $y$ , le système assimilé à un point  $P$  a pour coordonnées  $P(x, y)$ .
- ▶ Un repère de temps est une horloge commune à tous les observateurs.

La description du mouvement dépend du **référentiel** choisi. On appelle ça la **relativité** du mouvement.

→ *Exemple* : Vous êtes assis dans un métro en train d'arriver sur un quai. Dans le référentiel lié au métro, vous êtes immobile, mais dans le référentiel lié au quai vous êtes en mouvement.

## 2 – Trajectoire et vecteur vitesse

Pour décrire un mouvement il faut deux informations : la **trajectoire** suivie par le système et la variation du **vecteur vitesse**.

### A – Trajectoire

**Trajectoire** : ensemble des positions successives occupées par le système dans un référentiel donné.

Ces positions forment une courbe, dont la forme permet de définir la trajectoire :

- si la courbe est une droite, la trajectoire est **rectiligne** ;
- si la courbe est un cercle, la trajectoire est **circulaire** ;
- si la courbe n'est pas une droite ou un cercle, la trajectoire est **curviligne**.

### B – Vecteur vitesse

Pour décrire la vitesse en physique on utilise des **vecteurs**.

**Vecteur** : objet mathématique représenté par un segment fléché  $\longrightarrow$  et noté avec une lettre surmontée d'une flèche  $\vec{v}$ .

Un vecteur contient quatre informations :

- un **point d'application** (ou origine),
- une **direction**,
- un **sens**,
- une **norme** (aussi appelée valeur).

Un vecteur est **constant** si sa direction, son sens et sa norme ne varie pas le long du mouvement.

⚠ Dans le langage courant on ne fait pas la différence entre sens et direction, mais ce sont deux notions différentes. Par exemple, si on prend un ascenseur on se déplace

verticalement (direction verticale), mais on peut le prendre pour descendre ou pour monter (sens vers le bas ou vers le haut).

⚠ En mathématique on ne se préoccupe pas du point d'application, mais en physique c'est une information très importante !

Le **vecteur vitesse** d'un point  $P$  décrit la direction, le sens et la norme de la vitesse en ce point, à un instant  $t$ .

Il est en tout point tangent à la trajectoire et orienté dans le sens du mouvement.

Soient  $P_1$  la position d'un point à l'instant  $t_1$  et  $P_3$  la position de ce même point à l'instant  $t_3$ . Le déplacement du point matériel entre les dates  $t_1$  et  $t_3$  est défini par le vecteur déplacement  $\overrightarrow{P_1P_3}$ . La norme de ce vecteur est la distance en mètre entre les points  $P_1$  et  $P_3$ .

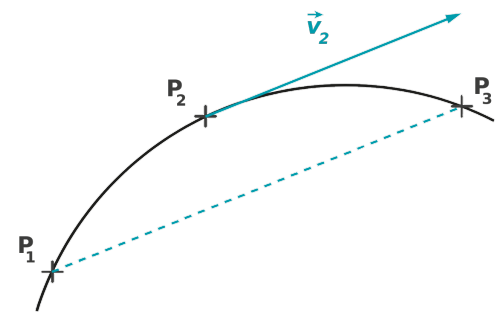
Le vecteur vitesse  $\vec{v}_2$  d'un système au point  $P_2$  entre les instants  $t_1$  et  $t_3$  a pour expression

$$\vec{v}_2 = \frac{\overrightarrow{P_1P_3}}{t_3 - t_1} \quad (1)$$

La norme de ce vecteur est donc égale à la distance parcourue, en mètre (m), sur la durée du parcours, en seconde (s). La vitesse se mesure en mètre par seconde (m/s).

Le vecteur  $\vec{v}_2$  est caractérisé par :

- une direction : parallèle au segment  $P_1P_3$  et tangent à la trajectoire.
- Un sens : le sens du mouvement.
- Une norme :  $v_2 = \|\vec{v}_2\| = \left\| \frac{\overrightarrow{P_1P_3}}{t_3 - t_1} \right\| = \frac{P_1P_3}{t_3 - t_1}$ .
- Une origine :  $P_2$ .



Vecteur vitesse  $\vec{v}_2$  d'un système au point  $P_2$ .

$P_1P_3$  est la distance entre les points  $P_1$  et  $P_3$  en mètre (m).  $t_3 - t_1$  est la durée séparant les instants  $t_1$  et  $t_3$  en seconde (s).  $v_2$  est la norme de la vitesse en mètre par seconde (m/s).

⚠ Il faut faire bien attention à distinguer un vecteur  $\vec{v}_2$  et sa norme  $v_2$  ! De manière générale, un vecteur ne sera **jamais** égal à un nombre, un vecteur contient plus d'informations.

► Plus la durée  $\Delta t = t_3 - t_1$  est petite, plus on est précis dans la description de la vitesse du point  $P_2$ . Le nombre de points mesurés influence donc grandement la qualité de la description du mouvement du système étudié.

► Si la durée  $\Delta t = t_3 - t_1$  tends vers zéro ( $t_3$  est très proche de  $t_1$ ), on parlera de **vitesse instantanée**.

### 3 – Variation du vecteur vitesse

Pour décrire l'évolution du vecteur vitesse d'un système le long du mouvement, il faut décrire la variation de sa direction et de sa norme.

#### A – Variation de la norme

Si la norme du vecteur vitesse :

- est constante : le mouvement est **uniforme** ;
- augmente : le mouvement est **accéléré** ;
- diminue : le mouvement est **décéléré**.

Si la norme du vecteur vitesse est nulle, on dit que le système est **immobile**.

#### B – Variation de la direction

Si la direction du vecteur vitesse est constante, alors la trajectoire est **rectiligne**.

Si la direction varie au cours du mouvement, alors la trajectoire est circulaire ou curviligne.

⚠ En pratique cette année on va tracer la vitesse à partir de la trajectoire, mais c'est bien la vitesse qui est responsable de la forme d'une trajectoire et non l'inverse.

► Dans le cas d'une trajectoire rectiligne, la direction du vecteur vitesse se confond avec la droite de la trajectoire.

#### C – Mouvement

Le mouvement d'un système est donné par la description de sa trajectoire + l'évolution de sa vitesse.

Un mouvement est **rectiligne uniforme** si le vecteur vitesse est constant tout au long du mouvement.

Un mouvement est **rectiligne non uniforme** si la direction du vecteur vitesse est constante tout au long du mouvement, mais que la norme du vecteur vitesse varie.