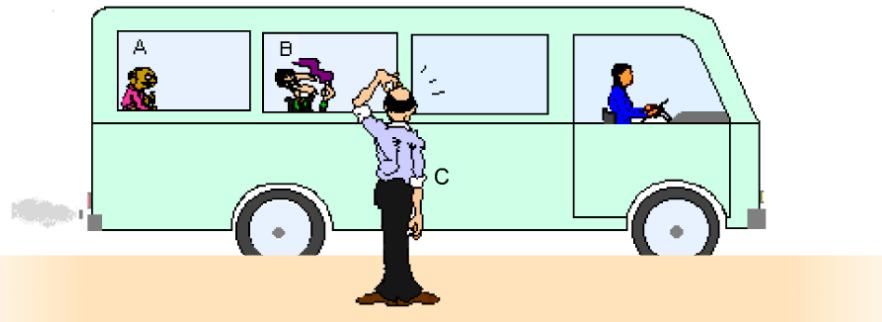


<b>Professeur</b>	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
<b>Chapitre</b>	Relativité du mouvement (l'essentiel du cours + applications)
<b>Niveaux</b>	Seconde

# Les mouvements

## 1. Relativité du mouvement

**Quel est le mouvement du passager B ?**



Il est possible d'apporter plusieurs réponses à la question, aussi valables les unes que les autres :

- Le passager B est immobile **par rapport** au bus.
- Le passager B se déplace suivant une droite **par rapport** au trottoir.

⇒ Les mouvements des différents personnages ne peuvent être définis que par rapport à un point que l'on prend comme référence : la notion de mouvement est relative à l'objet **par rapport** auquel on l'étudie.

### Définitions :

- On appelle « **système** » l'objet dont on étudie le mouvement.
- On appelle « **référentiel** », l'objet de référence par rapport auquel on étudie le mouvement d'un autre objet.

À chaque référentiel est associé deux outils :

- **Un repère d'espace** : il est associé à l'objet de référence et permet de déterminer les coordonnées du système ;
- **Une horloge** : elle est associée au repère d'espace et permet de déterminer les dates des positions du système au cours du temps.

Il existe des référentiels particuliers et « pratiques » :

- **Le référentiel terrestre** : c'est le référentiel constitué par la Terre (ou par tout ce qui est fixe par rapport à la Terre).
  - On choisira ce référentiel pour étudier le mouvement d'un objet sur la Terre ou au voisinage de celle-ci.
  - **Le référentiel du laboratoire** : c'est un référentiel lié à la Terre.
  - **Le référentiel géocentrique** : c'est le référentiel constitué par un corps solide fictif, de même dimensions et de même centre que la Terre mais ne tournant pas sur lui-même comme la Terre.
- On préfère ce référentiel (mieux adapté que le référentiel terrestre) pour étudier le mouvement de la Lune ou des satellites.
  - **Le référentiel héliocentrique** : c'est un référentiel constitué par le centre du Soleil et des étoiles fixes.
- On utilise ce référentiel pour étudier le mouvement des planètes.

<b>Professeur</b>	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
<b>Chapitre</b>	Relativité du mouvement (l'essentiel du cours + applications)
<b>Niveaux</b>	Seconde

### A RETENIR :

On ne peut définir un mouvement que si l'on précise par rapport à quel objet de référence ce mouvement est considéré.

### Remarques :

- Le mouvement d'un système **dépend du référentiel choisi** ;
- Pour simplifier l'étude d'un mouvement, **un système sera assimilé à un point matériel**.

→ Cette modélisation n'entraînera pas de perte d'information pour un mouvement de translation puisque le mouvement de tous les points du système est le même. Ce qui ne sera pas le cas si les points du système sont en mouvement les uns par rapport aux autres.

## **2. Caractéristiques d'un mouvement**

Pour décrire un mouvement d'un système, il faut connaître deux informations :

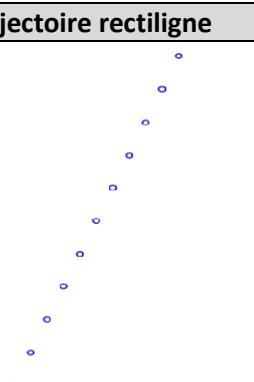
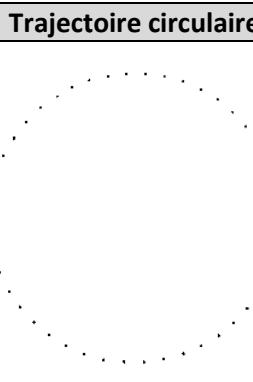
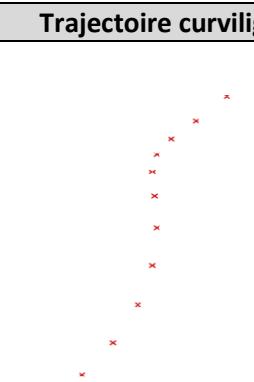
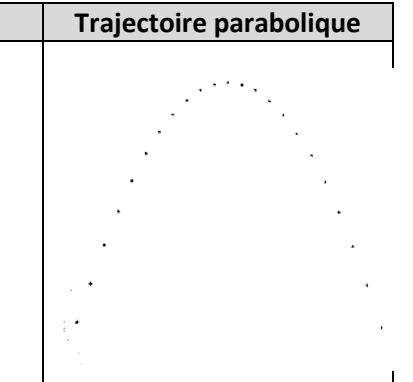
- La **trajectoire** : elle nous informe sur la position du système au cours du temps ;
- La **vitesse** : elle nous informe sur la rapidité avec laquelle le système se déplace (sur la trajectoire parcourue).

### 2.1. La trajectoire

#### **Définition :**

La **trajectoire** d'un point d'un objet en mouvement est une courbe orientée formée par l'ensemble des positions successives occupées par ce point au cours du mouvement de l'objet : elle indique le sens et la direction du mouvement.

### A RETENIR :

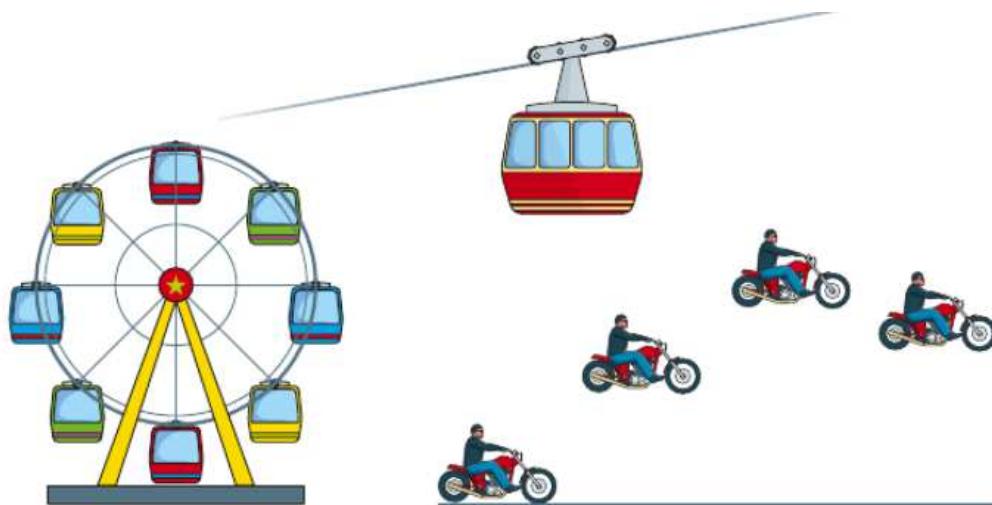
Trajectoire rectiligne	Trajectoire circulaire	Trajectoire curviligne	Trajectoire parabolique
			

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

### Remarques :

- La trajectoire dépend du référentiel choisi ;
- Le mouvement d'un système est dit en translation si tous ses points ont la même trajectoire :

<b>Professeur</b>	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
<b>Chapitre</b>	Relativité du mouvement (l'essentiel du cours + applications)
<b>Niveaux</b>	Seconde



## 2.2. La vitesse

### 2.2.1. Repérage dans le temps

En mécanique, un phénomène se produisant à un instant donné s'appelle un **événement** auquel on associe une origine des instants  $t_0$ , appelé instant initial. Tout instant ultérieur  $t$  sera tel que :

$$t > t_0$$

Une **durée** est l'intervalle de temps  $\Delta t$  qui s'écoule entre deux événements, elle se mesure en seconde (symbole : **s**) :

$$\Delta t = t - t_0 > 0$$

### 2.2.2. Vitesse moyenne

#### Définition :

Dans un référentiel donné, la vitesse moyenne  $v$  d'un point d'un objet entre deux instants  $t_1$  et  $t_2$  est le rapport de la distance  $d$  parcourue par ce point par la durée du parcours  $\Delta t = t_2 - t_1$  :

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{d}{t_2 - t_1}$$

$d$  = distance parcourue (en m)  
 $\Delta t = t_2 - t_1$  = durée du parcours (en s)  
 $v$  = vitesse (en m/s)

#### A RETENIR :

- Si la vitesse augmente, le mouvement est **accéléré** ;
- Si la vitesse diminue, le mouvement est **ralenti** ;
- Si la vitesse est constante, le mouvement est **uniforme**.

Remarque : il est fréquent d'exprimer une vitesse en **kilomètre par heure**

$$v \text{ (en m.s}^{-1}\text{)} \xrightarrow{\times 3,6} v \text{ (en km.h}^{-1}\text{)}$$

$$\xleftarrow{\div 3,6}$$

Exemple :



- Dans le référentiel *géocentrique*, la Lune effectue un mouvement pratiquement circulaire et uniforme autour de la Terre.
- Dans le référentiel *héliocentrique*, sa trajectoire n'est plus circulaire.

<b>Professeur</b>	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
<b>Chapitre</b>	Relativité du mouvement (l'essentiel du cours + applications)
<b>Niveaux</b>	Seconde

Remarque : la vitesse d'un objet dépend du référentiel choisi.

### 2.2.3. Le vecteur déplacement

Le vecteur déplacement représente le déplacement d'un système entre deux positions :



### 2.2.4. Le vecteur vitesse

La **vitesse instantanée** du centre d'inertie G d'un système est égale à sa vitesse moyenne entre deux positions infiniment proches.

- Le vecteur vitesse représente la vitesse du système en un point de la trajectoire :

$$\vec{v}_i = \frac{\overrightarrow{MM_{i+1}}}{\Delta t} \quad M_i \quad M_2 \quad \vec{v}_2 \quad M_3 \quad M_4$$

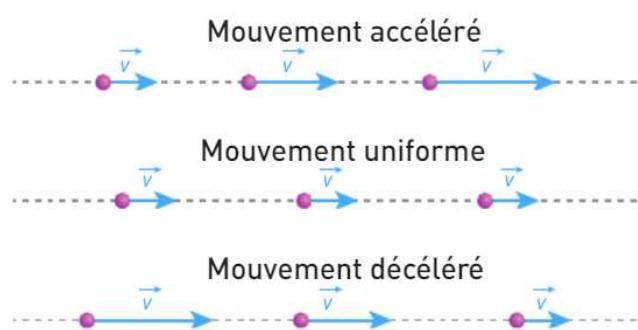
Il faut prendre une échelle adaptée pour représenter le vecteur vitesse

- Ses caractéristiques sont :

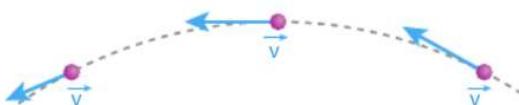
- **Point d'application** : point de la trajectoire où se trouve le système ( $M_i$ )
- **Direction** : celle de la tangente à la trajectoire au point considéré
- **Sens** : celui du mouvement
- **Intensité (ou norme)** :  $v_i = \frac{\overrightarrow{MM_{i+1}}}{\Delta t}$      $\begin{cases} M_iM_{i+1} = \text{distance (en m)} \\ \Delta t = \text{durée (en s)} \end{cases}$

Remarques :

- La variation de la norme (intensité) du vecteur vitesse renseigne sur le type de mouvement :



- La direction du vecteur vitesse peut varier :



→ Dans le cas d'un mouvement uniforme (vitesse constante), la trajectoire peut ne pas être rectiligne et la direction du vecteur vitesse varie au cours du temps.

### 2.2.5. Le vecteur variation de vitesse

Au cours d'un mouvement non uniforme d'un système, sa vitesse varie au cours du temps.

**Définition :**

<b>Professeur</b>	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
<b>Chapitre</b>	Relativité du mouvement (l'essentiel du cours + applications)
<b>Niveaux</b>	Seconde

En un point  $M_i$ , le **vecteur variation de la vitesse instantanée** représente la différence entre le vecteur vitesse  $\vec{v}_{i+1}$  au point  $M_{i+1}$  et le vecteur vitesse  $\vec{v}_i$  au point  $M_i$  :

$$\Delta \vec{v}_i = \vec{v}_{i+1} - \vec{v}_i$$

Construction du vecteur variation de vitesse : voir TP « vecteur variation du vecteur vitesse ».

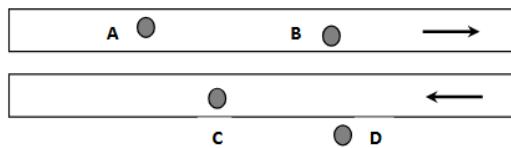
Remarque :

La variation du vecteur vitesse instantanée d'un système est due à l'existence d'actions mécaniques extérieures qui agissent sur le système et ne se compensent pas.

⇒ Au point  $M_i$ , le vecteur variation de la vitesse instantanée  $\Delta \vec{v}_i$  a même direction et même sens que la somme vectorielles des forces extérieures qui agissent sur le système.

## Application 1

Une caméra enregistre, vu de dessus, le mouvement de 4 personnes dans un métro. Les deux tapis roulants, de sens opposé, ont chacun une vitesse constante égale à 5 km/h.



On précise que :

B et C ne marchent pas	A marche à contresens à 5 km/h	D marche vers la droite à 5 km/h à côté des tapis roulants
------------------------	--------------------------------	--

1. Quel est le mouvement et la vitesse de D par rapport à C ? Détailler votre raisonnement.

2. Quel est le mouvement et la vitesse de A par rapport à B ? de A Par rapport à C ? Détailler votre raisonnement.

## Correction

1. D s'éloigne de C car ils vont dans le sens contraire. La vitesse de D par rapport à C est donc de  $5 + 5 = 10 \text{ km.h}^{-1}$ . (2 points)

2. A et B vont dans sens contraire. A s'éloigne de B à  $5 \text{ km.h}^{-1}$  car par rapport au tapis, B est fixe et A va vers la gauche à  $5 \text{ km.h}^{-1}$ . (1 point)

Le raisonnement semblable s'applique pour le mouvement de A par rapport à C. (1 point)

C va vers la gauche à  $5 \text{ km/h}$  par rapport « à la Terre ». (1 point)

A reste fixe par rapport « à la Terre » car il va vers la gauche à  $5 \text{ km.h}^{-1}$  mais le tapis va vers la droite à  $5 \text{ km.h}^{-1}$ . (0,5 point)

C se rapproche de A. La vitesse de C par rapport à A est de  $5 \text{ km.h}^{-1}$ . (0,5 point)

## Application 2

Un cycliste part d'une ville  $V_1$  à 8 heures du matin. Il roule pendant 2 heures à la vitesse constante de  $25 \text{ km/h}$  en direction d'une ville  $V_2$ . Il s'arrête alors pendant une demi-heure, puis il repart en sens inverse avec une vitesse différente. Il arrive alors chez lui à 11h30min.

- 1) A quelle vitesse a-t-il effectué le retour ?
- 2) Calculer la distance totale parcourue pour un aller-retour.
- 3) Déterminer sa vitesse moyenne lors de ce parcours (aller-retour).

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Relativité du mouvement (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

### Correction

- 1) Vitesse :  $v_r = \frac{d}{t_r} \Rightarrow v_r = \frac{v_a t_a}{t_r} \Rightarrow v_r = \frac{25 \times 2}{1} \Rightarrow v_r = 50 \text{ km/h}$
- 2) La distance totale parcourue pour un aller-retour :  $D = 2d \Rightarrow D = 2v_a t_a = 100 \text{ km}$
- 3) Déterminer sa vitesse moyenne lors de ce parcours (aller-retour) :
- $$v_m = \frac{D}{t} \Rightarrow v_m = \frac{100}{3.5} \Rightarrow v_m = 28,6 \text{ km/h}$$

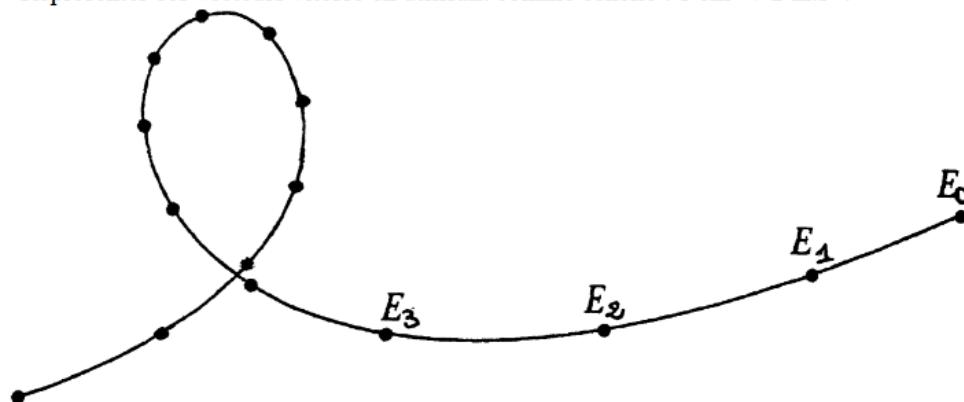
### Application 3

L'enregistrement ci-dessous représente dans le référentiel terrestre les positions  $E_i$  d'un enfant en rollers sur un tremplin. Ces positions sont inscrites à intervalles de temps égaux  $\tau = 0,20 \text{ s}$ .

- 1- Sans effectuer de calculs, déterminer les différentes phases du mouvement (uniforme, accéléré, décéléré). Justifier la réponse.

2- Déterminer les valeurs de  $v_1$  et  $v_8$ , vitesses instantanées du point E aux instants  $t_1$  et  $t_8$ .

3- Représenter ces vecteurs vitesse en utilisant comme échelle : 1 cm  $\rightarrow 2 \text{ m.s}^{-1}$ .



Echelle : 1 cm sur le schéma représente 0,5 m en réalité.

### Correction

De  $E_0$  à  $E_3$  : mouvement accéléré (En un même temps, l'enfant parcourt des distances de plus en plus grande) ;

De  $E_3$  à  $E_8$  : mouvement décéléré (En un même temps, l'enfant parcourt des distances de plus en plus petite) ;

De  $E_8$  à  $E_{14}$  : mouvement accéléré.

$$1) v_1 = \frac{\bar{E}_0 \bar{E}_2 \times \text{échelle}}{2\tau} = \frac{5,9 \times 0,5}{2 \times 0,2} = 7,4 \text{ m.s}^{-1}; \quad v_8 = \frac{\bar{E}_7 \bar{E}_9 \times \text{échelle}}{2\tau} = \frac{1,9 \times 0,5}{2 \times 0,2} = 2,4 \text{ m.s}^{-1}.$$

2)  $\vec{v}_1$  mesure 3,7 cm et  $\vec{v}_8$  mesure 1,2 cm.

Echelle : 1 cm sur le schéma représente 0,5 m en réalité.

$\vec{v}_1$  mesure 3,7 cm et  $\vec{v}_8$  mesure 1,2 cm.

