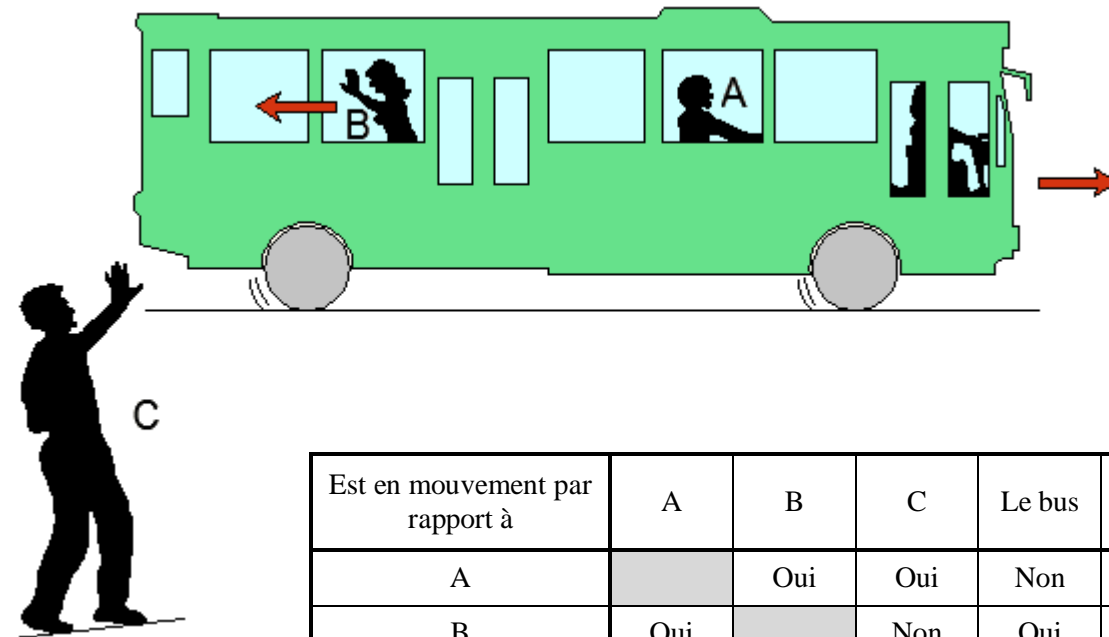


# Chapitre 7 - Relativité du mouvement

Un bus roule lentement dans une ville. Alain (A) est assis dans le bus, Brigitte (B) marche dans l'allée vers l'arrière du bus pour faire des signes à Claude (C) qui est au bord de la route. Brigitte marche pour rester à la hauteur de Claude.



Est en mouvement par rapport à	A	B	C	Le bus	La route
A		Oui	Oui	Non	Oui
B	Oui		Non	Oui	Non
C	Oui	Non		Non	Non
Le Bus	Non	Oui	Oui		Oui
La route	Oui	Non	Non	Oui	

## I. Conditions nécessaires pour étudier le mouvement d'un corps

### A. Système

Pour étudier un mouvement, il est nécessaire de préciser le système considéré, c'est-à-dire le corps ou le point choisis.

Exemple : A, B, C, la route, le bus. On dit qu'on étudie le mouvement du système A.

### B. Le référentiel

#### 1. Définition du référentiel d'étude

##### a. Relativité du mouvement

Le mouvement d'un corps ne peut être étudié que par rapport **à un solide de référence** (référentiel). L'état de mouvement ou de repos d'un corps dépend du référentiel choisis. On dit que **le mouvement d'un système est relatif au référentiel choisis**.

Exemple :

Dans le référentiel route, les systèmes A et le bus sont en mouvement et les systèmes B et C sont immobiles

# Chapitre 7 - Relativité du mouvement

## b. Définition d'un référentiel

Pour que la description du mouvement soit précise, il faut indiquer la position du point considéré et l'instant auquel il occupe cette position. Cela impose de définir un référentiel d'étude.

### Un référentiel est constitué :

- **D'un solide de référence par rapport auquel on repère les positions du système.**
- **D'une horloge permettant un repérage de l'instant.**

## 2. Exemple de référentiel

### a. Référentiel terrestre

C'est le référentiel constitué à partir de n'importe quel solide de référence fixe par rapport à la Terre. C'est un référentiel adapté à l'étude des mouvements de courtes durées sur Terre. Le référentiel que l'on appelle couramment "laboratoire" en fait parti. Il existe une infinité de référentiels terrestres, autant que d'objets fixes par rapport à la Terre.

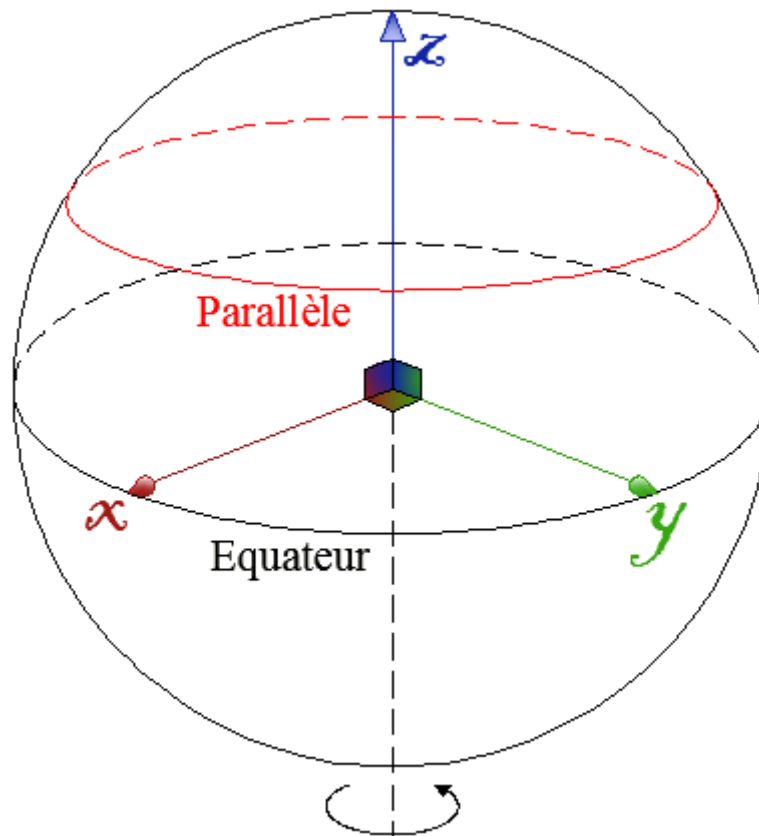
### b. Référentiel géocentrique

Le référentiel géocentrique a pour origine le centre de gravité terrestre, et ses axes sont définis par rapport à trois étoiles fixes. Deux de ces étoiles sont l'Etoile Polaire et Beta du Centaure.

La Terre n'est pas immobile dans le référentiel géocentrique. La trajectoire d'un point de la surface de la Terre dans le référentiel géocentrique est un cercle qui porte le nom de parallèle.

Ce référentiel est bien adapté à l'étude du mouvement de la Lune autour de la Terre, ainsi que celui des satellites artificiels.

Ce référentiel est un solide imaginaire constitué de la terre et d'étoiles suffisamment lointaines pour sembler immobiles.



# Chapitre 7 - Relativité du mouvement

---

## c. Référentiel héliocentrique

La Terre et ses planètes voisines tournent autour du soleil. Dans un référentiel terrestre, le mouvement de ces astres est très difficile à déterminer. On a donc créé le référentiel par rapport auquel le centre du soleil est fixe.

Le référentiel héliocentrique est défini par le centre de gravité du soleil et des étoiles lointaines considérées comme fixes.

Dans le référentiel héliocentrique, les planètes ont une trajectoire elliptique.

## II. Trajectoire

### A. Définition

**La trajectoire d'un point est l'ensemble des positions successives occupées par ce point dans un référentiel donné, au cours du mouvement.**

Remarque : La trajectoire d'un point dépend du référentiel d'étude.

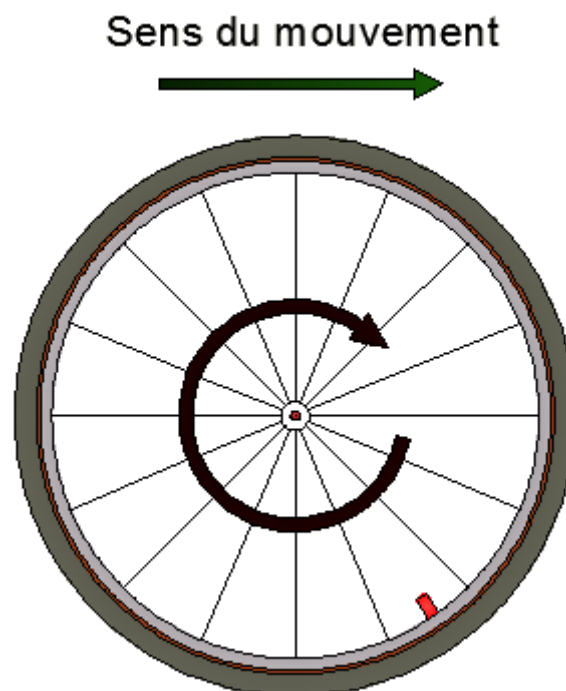
### B. Trajectoire particulière

En reliant les positions occupées par un point mobile, au cours du temps, on reconstitue la trajectoire.

- 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, alors le mouvement est curviligne.

### C. Exemples de trajectoire

On considère une roue de vélo comme la suivante :

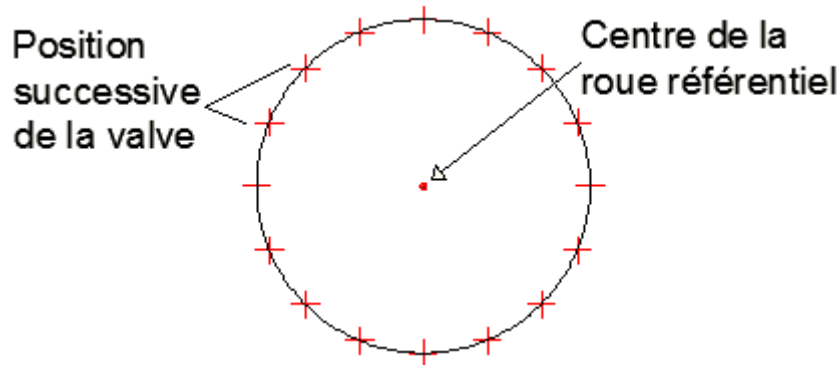


# Chapitre 7 - Relativité du mouvement

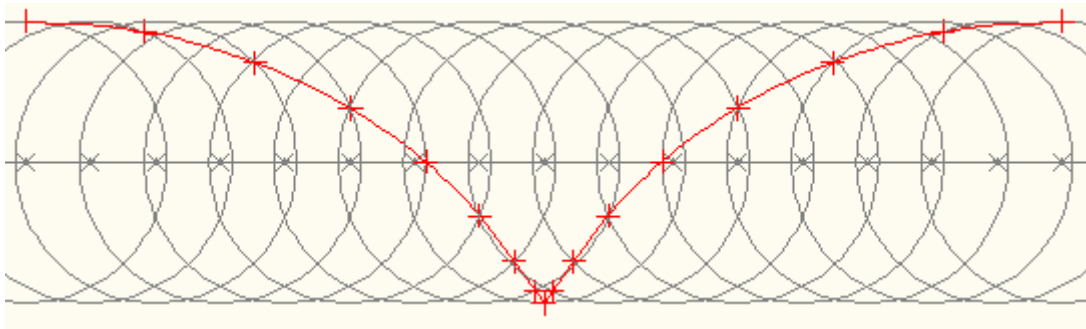
1. La trajectoire du centre de la roue dans le référentiel route est une **droite**. Le mouvement est donc **rectiligne** :



2. La trajectoire de la valve dans le référentiel "centre de la roue" est un **cercle**. Le mouvement est donc **circulaire** :



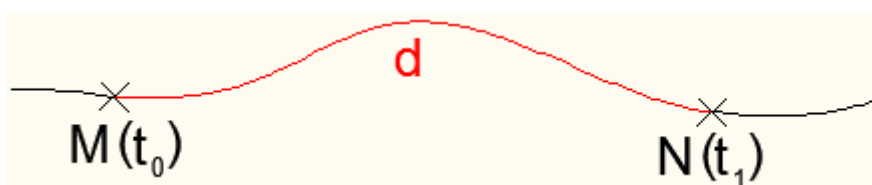
3. La trajectoire de la valve dans le référentiel route est une **courbe**. Le mouvement est donc **curviligne**. Si la vitesse du mouvement reste **constante**, la **trajectoire se répétera**. On parle alors de **trajectoire cycloïde**.



## III. Vitesse

### A. Définition

La vitesse moyenne d'un corps (notée  $V_m$ ) entre deux instants  $t_0$  et  $t_1$  se calcule en divisant la distance parcourue (notée  $d$ ) par la durée du parcours.



# Chapitre 7 - Relativité du mouvement

$$V_m = \frac{d}{\Delta t} = \frac{d}{t_1 - t_0}$$

$V_m$  : Vitesse moyenne en  $m.s^{-1}$   
 $d$  : Distance parcourue en m  
 $\Delta t$  : (Intervalle de temps) Durée du parcours en s

## B. Importance du référentiel

$V_m = \frac{d}{\Delta t}$   $\Delta t$  est le même dans tous référentiels, mais la trajectoire, d'un point dépend du référentiel. La distance parcourue dépend donc du référentiel d'étude. D'après le rapport, on peut donc dire que  $V_m$  dépend du référentiel.

**La vitesse d'un point dépend du référentiel d'étude.**

## C. Exercice d'application

Un gendarme arrête un automobiliste et lui certifie qu'il vient de le flasher à  $157,6 \text{ km.h}^{-1}$ . Le conducteur lui répond que c'est impossible car il ne roule que depuis 2 heures et il n'a parcouru que 120 km.

- 1) Calculer la vitesse moyenne de l'automobiliste.

$$V_m = \frac{d}{t} = \frac{120}{2} = 60 \text{ km.h}^{-1}$$

La vitesse moyenne de l'automobiliste est de  $60 \text{ km.h}^{-1}$

- 2) Que représente alors la vitesse indiquée par le gendarme?

La vitesse citée par le gendarme représente **la vitesse instantanée**, c'est-à-dire la vitesse à un instant donné.

## D. Conversion

$$1 \text{ km.h}^{-1} = \frac{1 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{3,6} \text{ m.s}^{-1}$$

Pour convertir une distance  $x$  **de  $\text{km.h}^{-1}$  en  $\text{m.s}^{-1}$** , il faut donc diviser  $x$  par 3,6 :  $\frac{x}{3,6}$

Pour convertir une distance  $y$  **de  $\text{m.s}^{-1}$  en  $\text{km.h}^{-1}$** , il faut donc multiplier  $y$  par 3,6 :  $y.3,6$

## IV. Evolution de la vitesse

Le document ci-dessous a été obtenu en enregistrant, à l'aide d'un dispositif approprié, les positions d'un point d'un solide, **à intervalles de temps égaux**, au cours de son mouvement relativement à la Terre. C'est une **chronophotographie**.



# Chapitre 7 - Relativité du mouvement

---

## A. On observe plusieurs phases au cours de ce mouvement

### 1. De la position 0 à la position 4

Le point mobile parcourt les distances **de plus en plus grandes** pendant des intervalles de temps **égaux**. Le mobile va donc **de plus en plus vite**. **Sa vitesse augmente**.

Sa **trajectoire est une droite**, et sa **vitesse augmente au cours du temps**. On dit donc du mouvement qu'il est **rectiligne accéléré**.

### 2. De la position 4 à la position 10

Le point mobile parcourt des distances **égales** pendant des intervalles de temps **égaux**. Sa vitesse **ne change pas**, **elle est constante**.

Sa **trajectoire est une droite**, et sa **vitesse reste constante au cours du temps**. On dit donc du mouvement qu'il est **rectiligne uniforme**.

### 3. De la position 10 à la position 14

Le point mobile parcourt les distances **de plus en plus petites** pendant des intervalles de temps **égaux**. Le mobile va donc **de moins en moins vite**. **Sa vitesse diminue**.

Sa **trajectoire est une droite**, et sa **vitesse diminue au cours du temps**. On dit donc du mouvement qu'il est **rectiligne accéléré**.

## B. Exercice d'application

Calculer la vitesse moyenne  $V_m$  du point mobile entre les positions 3 et 4, sachant que les photographies ont été prises toutes les 40 ms.

Entre les positions 3 et 4, le point mobile a parcouru la distance  $d = 1$  cm pendant la durée  $\Delta t = 40$  ms.

D'où :

$$V_m = \frac{d}{t} = \frac{10^{-2}}{40 \cdot 10^{-3}} = 0,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

La vitesse moyenne entre la position 3 et 4 est donc de  $0,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .