

## Chapitre n° 4 : MOUVEMENT, VITESSE ET ACCELERATION

### Objectifs :

- Caractériser le mouvement d'un point.
- Définir et calculer une vitesse moyenne, une vitesse instantanée.
- Définir et calculer une accélération.
- Calculer une distance en fonction d'une vitesse et/ou d'une accélération (cas des mouvements rectilignes).

## I – Relativité du mouvement

Dans un **référentiel** donné, le **mouvement** d'un solide se définit par **sa trajectoire** et **sa vitesse**.

### 1. Référentiel

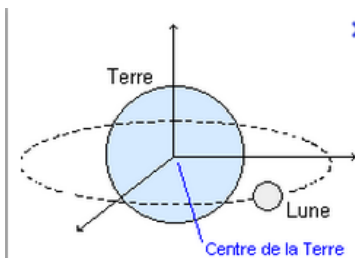
Un **référentiel** est constitué :

- d'un **solide de référence** par rapport auquel on repère les positions du système.
- d'un **chronomètre** ou horloge qui permet de déterminer les dates.

#### • Les référentiels terrestres

Ils sont construits à partir de **n'importe quel solide de référence lié à la terre** (le solide doit être fixe par rapport à la terre). On les utilisera pour étudier **tout mouvement à la surface** de la Terre.

#### • Le référentiel géocentrique

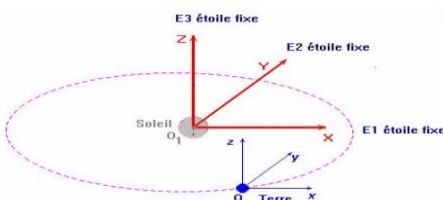


Il est utilisé pour décrire le mouvement de la **lune** ou des **satellites artificiels**.

Il est défini par le centre de la terre et 3 axes dirigés vers 3 étoiles lointaines. On considère que ce sont des étoiles fixes, les axes sont donc fixes.

**Remarque** : La Terre n'est pas immobile par rapport à ce référentiel, elle a un mouvement de rotation sur elle-même donc autour de l'axe vertical du référentiel géocentrique.

#### • Le référentiel héliocentrique



Il est utilisé pour décrire le mouvement des **astres du système solaire**. Son centre est le centre du soleil et ces 3 axes sont dirigés vers les mêmes étoiles lointaines que pour le référentiel géocentrique

## 2. Trajectoire

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

Elle est ..... si les points sont alignés, ..... si les points sont situés sur un cercle et ..... si les points sont situés sur une courbe.

## 3. Exemples de mouvement

### 3.1 Mouvement rectiligne uniforme (MRU) :

La trajectoire est une droite et la valeur de la vitesse est constante : Le mouvement est rectiligne uniforme. L'accélération est nulle :

$$V_{i+1} = V_i \text{ et } a = 0$$



### 3.2 Mouvement rectiligne accéléré :

La trajectoire est une droite et la valeur de la vitesse augmente. L'accélération est positive :

$$V_{i+1} > V_i \text{ et } a > 0$$



### 3.3 Mouvement rectiligne ralenti ( ou deccléré):

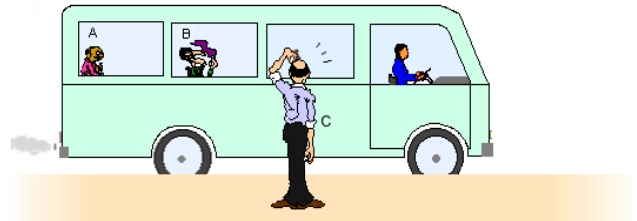
La trajectoire est une droite et la valeur de la vitesse diminue. L'accélération est négative :

$$V_{i+1} < V_i \text{ et } a < 0$$



#### Exemple :

Le bus se déplace sur une route horizontale à vitesse constante. Agathe (A) est immobile dans le bus. Berthe (B) s'est levée pour rejoindre Agathe. Colas (C), statique, regarde passer le bus. Indiquer la nature du mouvement :



- d'Agathe par rapport à Colas :
- de Colas par rapport à Agathe :
- de Berthe par rapport à Agathe :

QCU : Cocher la bonne réponse.

- 1) Afin de décrire le même phénomène de la même manière, il faut choisir un système de référence commun appelé :  
☐ repère. ☐ système d'axes. ☐ référentiel.
- 2) Deux voitures se suivent à la même vitesse, le second conducteur voit la voiture qui le précède :  
☐ au repos (immobile). ☐ animé d'un mouvement de rotation. ☐ animé d'un mouvement de translation.
- 3) Un mouvement est dit rectiligne uniforme si :  
☐ sa vitesse est constante et sa trajectoire est une droite.  
☐ son accélération est constante et sa trajectoire est une droite.  
☐ sa trajectoire est une droite.
- 4) Un mouvement est dit rectiligne uniformément varié si :  
☐ sa trajectoire est une droite et sa vitesse est constante.  
☐ sa trajectoire est une droite et son accélération est constante.  
☐ sa trajectoire est quelconque et sa vitesse est constante.
- 5) L'ensemble des positions prises dans le temps par un point d'un solide en mouvement est :  
☐ sa vitesse moyenne. ☐ sa trajectoire. ☐ son référentiel.
- 6) Lorsque la vitesse du mouvement d'un mobile est constante. On dit que le mouvement est :  
☐ uniforme. ☐ constant. ☐ identique.

Exercice n°1 : Associer à chaque affirmation l'expression correspondante.

- |   |  |
|---|--|
| Le solide parcourt des distances égales :                     | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Le mouvement est ralenti.                          |
| Le solide parcourt des distances de plus en plus petites :    | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Le mouvement est uniforme.                         |
| Le solide parcourt des distances plus en plus grandes :       | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> La trajectoire d'un point du solide est un cercle. |
| Lors d'un mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe : | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Le mouvement est accéléré.                         |

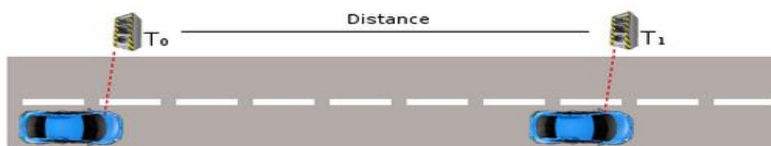
## II – Vitesse

### 1. Vitesse moyenne $V_m$

La vitesse moyenne  $V_m$  ( $\text{m.s}^{-1}$ ) d'un point mobile est le **quotient** de la **distance  $d$  ( en mètre)** parcourue par la **durée  $\Delta t$  (seconde)** correspondante :

$$V_m = \frac{d}{\Delta t}$$

Radar tronçon



Exemple : Calculer la vitesse moyenne d'une voiture effectuant un trajet de 130 km en 1h 8 min. Exprimer cette vitesse en  $\text{m.s}^{-1}$  puis en  $\text{km.h}^{-1}$

Calculer la distance parcourue par cette voiture en 17 min.

### 2. Vitesse instantanée $V_t$

La vitesse instantanée  $v$  ou  $V_t$  ( $\text{m.s}^{-1}$ ) est la valeur de la vitesse d'un point mobile à l'instant  $t$ . On la calcule (de façon approchée) en considérant que le mobile parcourt une **distance  $\Delta d$**  pendant un **intervalle de temps  $\Delta t = t_{i+1} - t_i$**  très petit :

$$V_i = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{t_{i+1} - t_{i-1}} = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\Delta t}$$

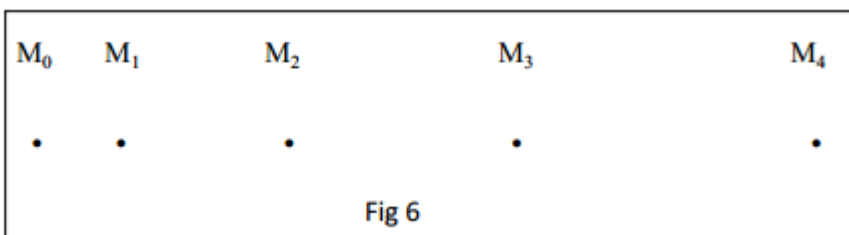
Radar "classique"



Exemple : Sachant que  $\Delta t = 0,20 \text{ s}$ , calculer la valeur des vitesses instantanées  $V_1$  en  $M_1$  et  $V_3$  en  $M_3$ .

Echelle : 1/5<sup>ème</sup>

Papier	réalité



### III – Accélération

Si la vitesse varie en valeur ou en direction, on peut dire que le mobile est soumis à une accélération (en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ).

On la calcule (de façon approchée) en considérant qu'à la date  $t_i$ , l'**accélération**  $a_i$  résulte de la **variation de vitesse**  $\Delta v = v_{i+1} - v_{i-1}$  **pendant un intervalle de temps**  $\Delta t = t_{i+1} - t_{i-1}$  très petit :

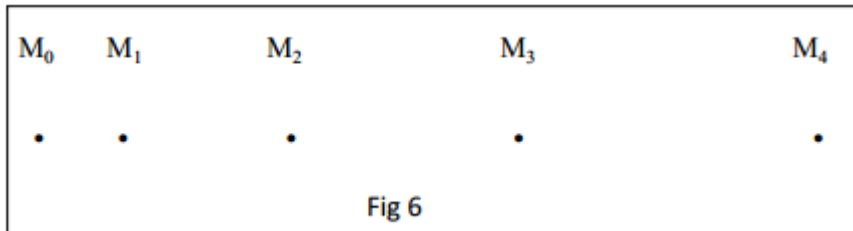
$$a_i = \frac{v_{i+1} - v_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Exemple : Sachant que  $\Delta t = 0,20 \text{ s}$ , calculer la valeur de l'accélération  $a_2$  en M2.

On sait que  $V_1 = \dots\dots\dots$  et  $V_3 = \dots\dots\dots$

Echelle : 1/5<sup>ème</sup>

Papier	réalité



#### Exercice n°2

Compléter le texte :

Pour étudier le mouvement d'un solide, il faut définir un .....muni d'un .....

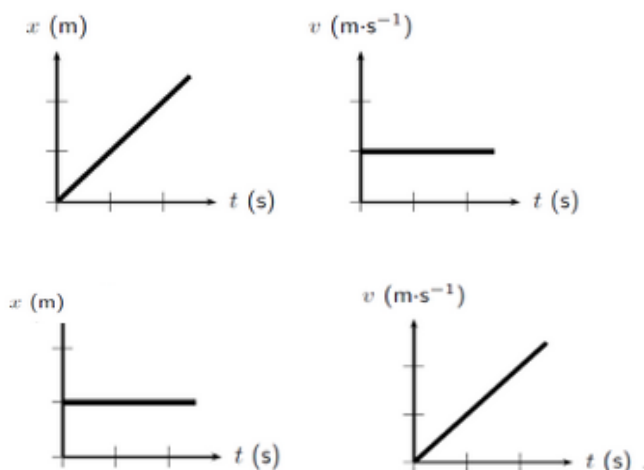
Un solide effectue un mouvement de translation rectiligne uniforme si sa trajectoire est une.....

et si sa ..... est..... Son accélération est .....

Un solide effectue un mouvement de translation rectiligne uniformément varié si sa trajectoire est une .....

et si son .....est .....

Exercice n°3 : Identifier la nature du déplacement rectiligne représenté par chaque graphique.



Remarque : Lors d'un **mouvement rectiligne uniformément varié**, l'**accélération est constante**.  
La **distance parcourue en fonction du temps** est donnée par la relation suivante :

$$d = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + V_0 \cdot t$$

avec **d** : distance , en m  
**a** : accélération, en  $\text{m.s}^{-2}$   
**V<sub>0</sub>** : vitesse initiale, en  $\text{m.s}^{-1}$

Exercice n°4 :

Un véhicule roulant à la vitesse  $V = 72 \text{ km.h}^{-1}$ . Soudain, une harde de sangliers traverse la route à une distance  $d = 100 \text{ m}$ . Avant que le conducteur ne commence à freiner, il s'écoule un temps dit « temps de réaction » de 1 s pendant lequel il continue de rouler à vitesse constante.

a) Quelle distance parcourt-il pendant ce temps de 1 s ?

b) Lorsqu'il commence à freiner, le mouvement du véhicule est uniformément ralenti pendant 4 s jusqu'à l'arrêt total du véhicule. Calculer la valeur de la décélération (accélération négative).

b) Calculer la distance parcourue pendant la décélération.

d) Indiquer si le conducteur évite la harde de sangliers.

#### IV – Chute libre d'un objet : Mouvement rectiligne uniformément accéléré

Un objet est en **chute libre** lorsqu'il est soumis uniquement à son poids.  
Lorsqu'il est lâché sans vitesse initiale, on a :

$$d = \frac{1}{2} g \times t^2 \quad v = g \times t \quad \rightarrow \quad v = \sqrt{2gd}$$

- d : distance parcourue (m).
- v : vitesse de l'objet (m/s).
- g : accélération de la pesanteur =  $9,81 \text{ m/s}^2$ .
- t : durée (s).

Exemple : Un objet tombe sans vitesse initiale pendant 4,6 s.

a) Calculer la distance parcourue.

b) Calculer la vitesse acquise au bout de cette chute.

Saut depuis un avion



Saut de F. Baumgartner



Un parachutiste saute habituellement depuis un avion en plein vol à une altitude d'environ 3 à 4 km.

Pour battre un record de vitesse, l'autrichien Felix Baumgartner a réalisé en 2012 un saut hors du commun depuis un ballon sonde à 39 km d'altitude.

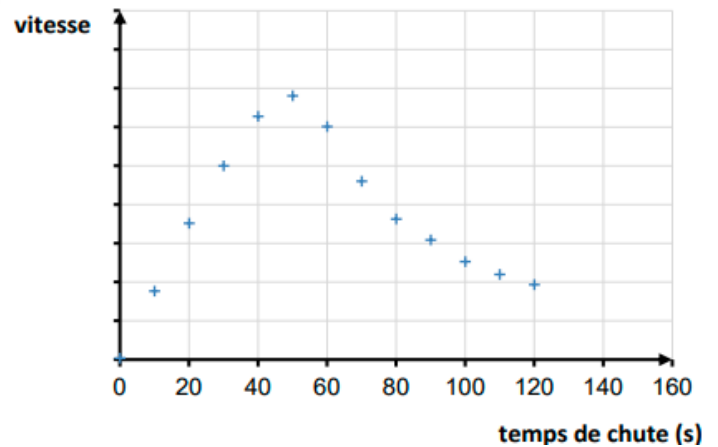
Schématisme de deux sauts en parachute (Les échelles ne sont pas respectées).

Vidéo :

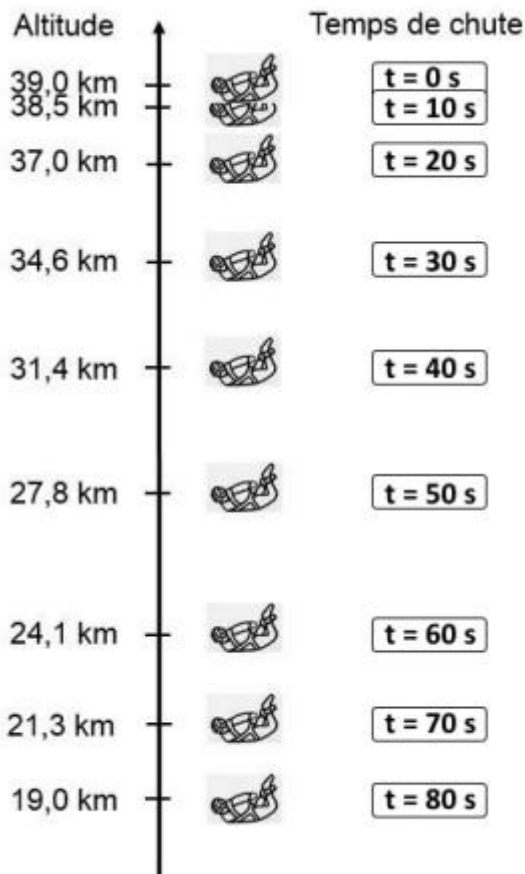
<https://www.youtube.com/watch?v=raiFrxbHxV0&t=564s>

### Document 1 :

Evolution de la vitesse de F. Baumgartner par rapport au sol terrestre en fonction du temps, avant l'ouverture du parachute (Les valeurs de la vitesse sont volontairement absentes).



Document 2 : Positions successives de F. Baumgartner au début de sa chute, avant l'ouverture du parachute



### Questions :

1. Indiquer le référentiel d'étude du saut en parachute.
2. Décrire le mouvement de F. Baumgartner.
3. Calculer la vitesse moyenne de F. Baumgartner en  $\text{m.s}^{-1}$  et en  $\text{km.h}^{-1}$
4. Calculer les vitesses instantanées à :  $t = 10\text{s}$ ,  $t = 20\text{s}$ ,  $t = 30\text{s}$ ,  $t = 40\text{s}$ ,  $t = 50\text{s}$ ,  $t = 60\text{s}$  et  $t = 70\text{s}$
5. Calculer l'accélération instantanée à  $t = 30\text{s}$