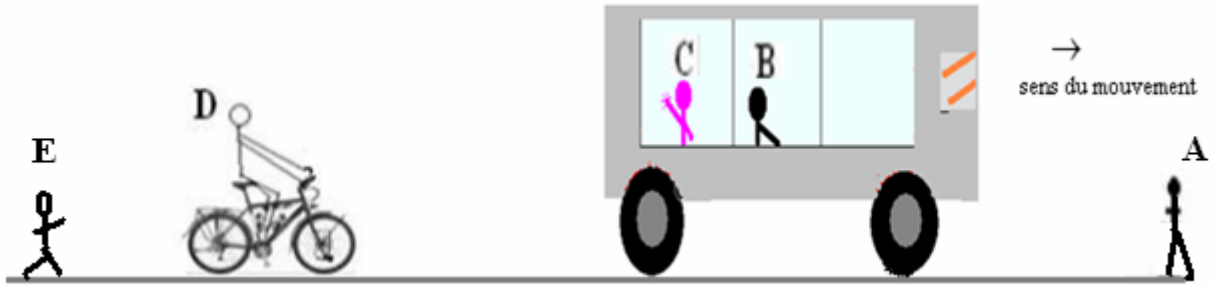


# Le mouvement

## I- Relativité du mouvement:

### 1) Mise en évidence:

Dans l'exemple suivant on peut donner plusieurs descriptions au mouvement de l'observateur B.



B est immobile par rapport à C.

B s'éloigne par rapport à D et il s'éloigne encore plus vite par rapport à E.

B s'approche par rapport à A.

Ce sont des descriptions différentes pour le même mouvement ce qui montre que l'étude du mouvement d'un corps est relatif il dépend du référentiel choisi d'où la relativité du mouvement .

### 2) Conclusion:

Le mouvement est relatif au référentiel choisi, c'est à dire que les corps ne se déplacent que par rapport à d'autres corps.

Donc pour étudier le mouvement d'un corps on doit choisir un référentiel fixe puis un repère d'espace et un repère de temps liés à ce référentiel.

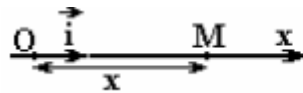
Remarque : Un référentiel est un solide fixe par rapport auquel on étudie le mouvement d'un objet.

### 3) Repère d'espace:

Pour repérer la position du mobile dans le référentiel choisi on utilise un repère d'espace.

**1<sup>er</sup> cas : si le mouvement est rectiligne** (mouvement d'un train par ex.)

orienté dans le sens du mouvement .  $(o, \vec{i})$  Dans ce cas le repère d'espace est un axe

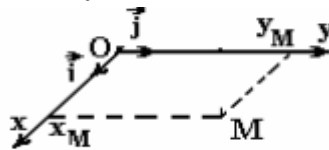


$\vec{i}$  : vecteur unitaire.  
 $\vec{OM}$  : le vecteur position.

$$\vec{OM} = x \cdot \vec{i}$$

**2<sup>ème</sup> cas : si le mouvement est plan:** ( mouvement d'une fourmi par ex. sur la table)

Confondu avec le plan du mouvement.  $(o, \vec{i}, \vec{j})$  Dans ce cas le repère d'espace est un repère orthonormé

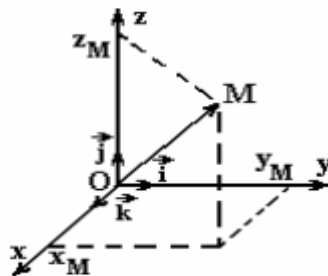


le vecteur position  $\vec{OM} = x \cdot \vec{i} + y \cdot \vec{j}$

Son module:  $OM = \sqrt{x^2 + y^2}$

**3<sup>ème</sup> cas : si le mouvement est spatial:** ( mouvement d'une abeille dans l'espace par ex.)

$(o, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$  Dans ce cas le repère d'espace est un repère orthonormé



$$\vec{OM} = x \cdot \vec{i} + y \cdot \vec{j} + z \cdot \vec{k}$$

Son module  $OM = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$

x, y et z sont les coordonnées du mobile M.

### 4) Repère de temps:

Aucours de son mouvement le mobile occupe des différentes positions et ses coordonnées varient en fonction du temps .

Pour déterminer la position du mobile à un instant donné on doit choisir une origine de temps qui correspond à la position du mobile à l'instant  $t=0$ . (c'est ce qu'on appelle repère de temps)

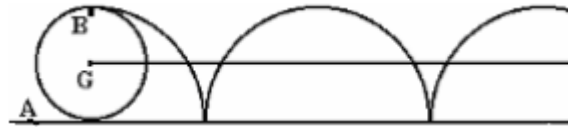
L'unité de mesure du temps dans le système d'unités international est la seconde (s).

On donne quelques multiples et sous multiples de la seconde :

nom	symbole	La valeur
microseconde	$\mu.s$	$1.\mu.s = 10^{-6} s$
milliseconde	$m.s$	$1.m.s = 10^{-3} s$
minute	$mn$	$1mn = 60s$
heure	$h$	$1h = 60mn = 3600s$
jour	$j$	$1j = 24h$
L'année	$an$	$1an = 365,25j$

### 5) La trajectoire:

La trajectoire est l'ensemble des positions successives occupées par le mobile au cours de son mouvement. (elle peut être rectiligne, curviligne ou bien circulaire....).



## II - La vitesse:

### 1) La vitesse moyenne: a) Définition:

La vitesse moyenne d'un mobile est égale au quotient de la distance  $d$  parcourue par la durée  $t$  du parcours.

$$v = \frac{d}{t}$$

d : la distance parcourue (m)  
t : durée du parcours. (en s)  
v : vitesse moyenne (en m/s)

L'unité de la vitesse dans système international d'unités est : (m/s) c'est à dire : ( m.s<sup>-1</sup>).

### b) Exercice d'application :

Un train (TGV) parcourt une distance  $d=450\text{km}$  en  $1\text{h } 23\text{mn } 20\text{s}$ .

1) Calculer sa vitesse moyenne en (m/s) puis en (km/h).

2) Le même train précédent parcourt une distance  $d'=630\text{km}$ . Quelle est la durée de parcours?

#### Correction

1) la durée du parcours est:  $t = 1 \times 3600 + 23 \times 60 + 20 = 5000\text{s}$  donc:  $v = \frac{d}{t} = \frac{450 \times 10^3 \text{m}}{5000\text{s}} = 90 \text{m/s}$

par conversion:  $v = 90 \text{m/s} = \frac{90 \times 10^{-3} \text{km}}{(\frac{1}{3600})\text{h}} = 324 \text{km/h}$

2) la durée de parcours  $t' = \frac{d'}{v} = \frac{630 \cdot 10^3}{90} = 7000\text{s} = 1\text{h } 56\text{mn } 40\text{s}$

### 2) La vitesse instantanée : a) Définition:

La vitesse instantanée d'un mobile est sa vitesse à un instant donnée.

A partir d'un enregistrement, on calcul la valeur de la vitesse instantanée du mobile au point  $M_i$  par la méthode d'encadrement suivante :

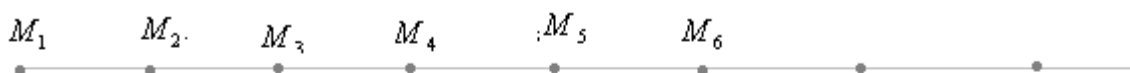
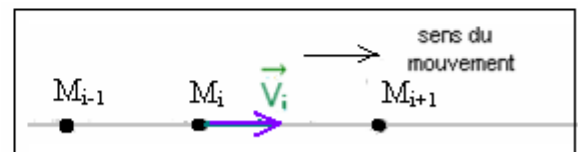
$$v_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

le temps qui sépare deux points successifs de l'enregistrement est égal à  $\tau$ .

donc:  $t_{i+1} - t_{i-1} = 2\tau \Rightarrow v_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\tau}$

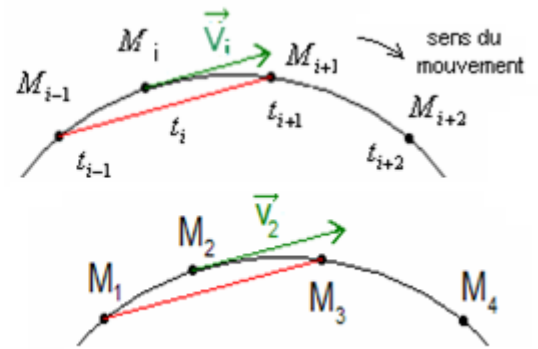
Le vecteur vitesse instantanée  $\vec{v}_i$  est caractérisé par :

son (origine) : position  $M_i$  du point mobile à l'instant  $t_i$  ;  
sa direction : tangente à la trajectoire en ce point ;  
son sens : celui du mouvement ;  
sa norme (ou son module) :  $v_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\tau}$  (en m/s).



donc :  $v_2 = \frac{M_1 M_3}{2\tau}$  ,  $v_3 = \frac{M_2 M_4}{2\tau}$  ,  $v_4 = \frac{M_3 M_5}{2\tau}$  ..... ,  $v_7 = \frac{M_6 M_8}{2\tau}$  ..... etc.

**Remarque:** Si la trajectoire est circulaire, l'arc:  $\widehat{M_{i-1} M_{i+1}} \approx M_{i-1} M_{i+1}$



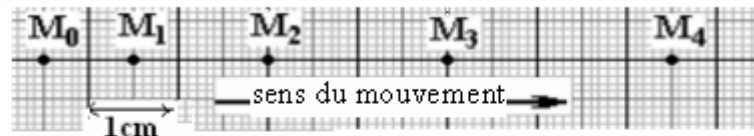
**Exemple :** la vitesse instantanée au point  $M_2$  (c.à.d. à l'instant  $t_2$ )

est:  $v_2 = \frac{M_1 M_3}{2\tau}$  et le vecteur vitesse  $\vec{v}_2$  voir schéma suivant:

### b) Exercices d'application :

#### 1<sup>er</sup> exercice

On donne l'enregistrement du mouvement d'un autoporteur sur une table horizontale :



L'intervalle de temps qui sépare deux enregistrements successifs est  $\tau = 50ms$  .

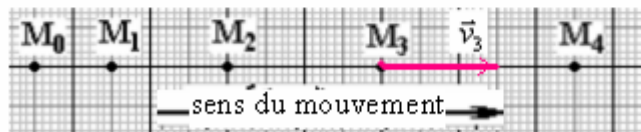
- Calculer la vitesse instantanée aux points  $M_1$  puis  $M_2$  puis au point  $M_3$ .
- Représentez le vecteur vitesse au point  $M_3$  à l'échelle suivante :  $1cm \rightarrow 0,3m.s^{-1}$

#### Correction:

$$1) v_1 = \frac{M_0 M_2}{t_2 - t_0} = \frac{M_0 M_2}{2\tau} = \frac{2,5 \cdot 10^{-2} m}{100 \cdot 10^{-3} s} = 0,25 m.s^{-1}$$

$$v_2 = \frac{M_1 M_3}{t_3 - t_1} = \frac{M_1 M_3}{2\tau} = \frac{3,5 \cdot 10^{-2} m}{100 \cdot 10^{-3} s} = 0,35 m.s^{-1}$$

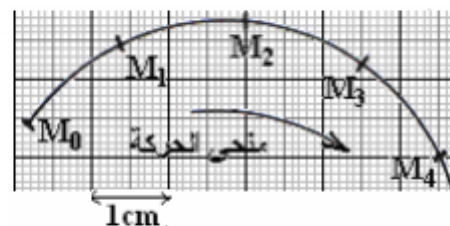
$$v_3 = \frac{M_2 M_4}{t_4 - t_2} = \frac{M_2 M_4}{2\tau} = \frac{4,5 \cdot 10^{-2} m}{100 \cdot 10^{-3} s} = 0,45 m.s^{-1}$$



- $1cm \rightarrow 0,3m.s^{-1}$  et  $v_3 = 0,45m/s$   
 $1,5cm \rightarrow 0,45 m.s^{-1} \Rightarrow \vec{v}_3$  est représentée par 1,5cm.

#### 2<sup>ème</sup> exercice:

On donne l'enregistrement du mouvement circulaire d'un autoporteur sur une table horizontale.



L'intervalle de temps qui sépare deux enregistrements successifs est  $\tau = 50ms$  .

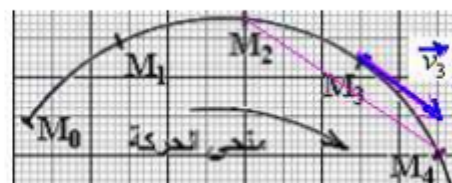
- Calculer la vitesse instantanée aux points  $M_1$  puis  $M_2$  puis au point  $M_3$ .
- Représentez le vecteur vitesse au point  $M_3$  à l'échelle suivante :  $1cm \rightarrow 0,3m.s^{-1}$

#### Correction:

- La distance qui sépare deux points successifs de l'enregistrement est constante, elle est égale à 1,5cm

$$v_1 = \frac{\widehat{M_0 M_2}}{t_2 - t_0} = \frac{M_0 M_2}{t_2 - t_0} = \frac{3cm}{2\tau} = \frac{3 \cdot 10^{-2} m}{100 \cdot 10^{-3} s} = 0,3m/s$$

$$v_2 = v_3 = v_4 = 0,3m/s$$



- le vecteur vitesse  $\vec{v}_3$  est tangent à la trajectoire au point  $M_3$  et dirigé dans le sens du mouvement et parallèle à la droite qui joint les deux points  $M_2$  et  $M_4$  qui encadrent  $M_3$ .

## II – Le mouvement rectiligne uniforme:

### 1) Mouvement rectiligne:

Un mouvement est dit rectiligne s'il s'effectue selon une trajectoire qui est une droite.

### 2) Mouvement rectiligne uniforme:

Le mouvement rectiligne est dit uniforme si son vecteur vitesse est constant en valeur, en direction et en sens  $\vec{v} = \overrightarrow{\text{constante}}$

### 3) Equation horaire d'un mouvement rectiligne uniforme:

La vitesse  $\mathbf{v}$  d'un mobile en mouvement rectiligne uniforme est constante et l'équation horaire de son mouvement

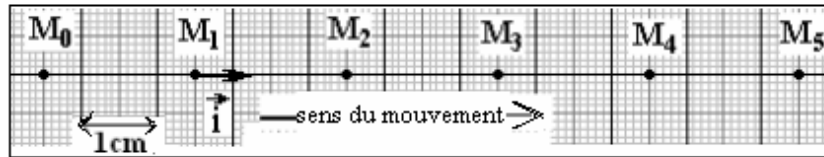
$x=f(t)$  est une fonction affine de temps de forme:  $\mathbf{x} = \mathbf{v.t} + \mathbf{x}_0$    
 $x$ : abscisse du mobile à l'instant  $t$ . (en m)   
 $v$ : valeur algébrique de la vitesse du mobile (en m/s)   
 $x_0$ : l'abscisse du mobile à l'instant  $t=0$ . (en m)

Remarque: Si le mobile se déplace dans le même sens que l'axe  $ox$ ,  $v > 0$ .

Si le mobile se déplace dans le sens contraire que l'axe  $ox$ ,  $v < 0$ .

### 4) Exercice d'application :

Aucours du mouvement rectiligne uniforme d'un autoporteur (S) on a obtenu l'enregistrement suivant Durant lequel l'intervalle de temps qui sépare deux points successifs est  $\tau = 40ms$ .



1) Quelle est la nature du mouvement de (S)?

2) Déterminer la valeur de la vitesse de S.

3) Complétez le remplissage du tableau suivant sachant qu'à l'instant  $t=0$  le mobile passe par le point  $M_2$  (c'est à dire que  $M_2$  est l'origine des temps)

Position	$M_0$	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_4$	$M_5$
$x(\text{cm})$						
$t(\text{s})$						

4) Tracer la courbe  $x=f(t)$  à l'échelle suivante: axe des abscisses :  $1\text{cm} \rightarrow 40ms$  axe des temps :  $1\text{cm} \rightarrow 0,01m$ .

5) Déterminer graphiquement la valeur de la vitesse de S et la valeur de l'abscisse à l'origine  $x_0$ .

6) En déduire l'équation horaire du mouvement de S.

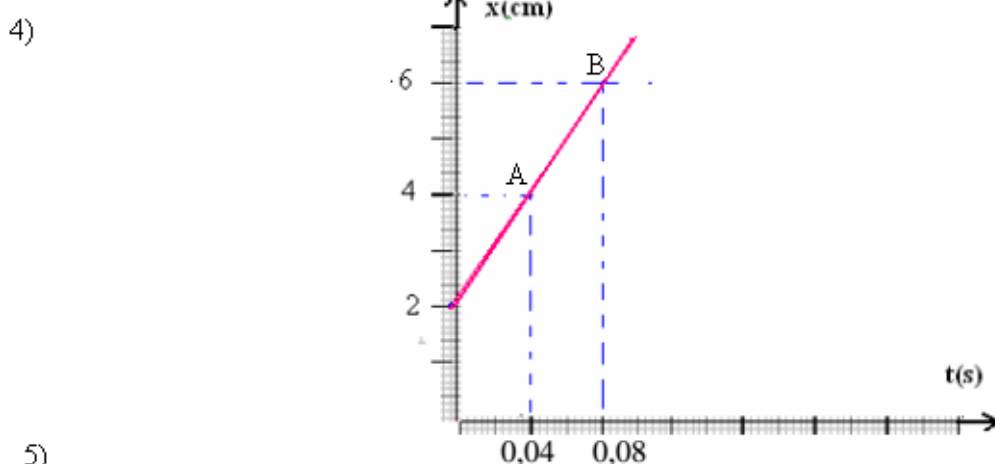
Correction: 1) On constate que la trajectoire est rectiligne et que le mobile parcourt les mêmes distances pendant les mêmes intervalles de temps. Donc le mouvement est rectiligne uniforme.

$$2) \text{ On a : } v_1 = \frac{M_0 M_1}{2\tau} = \frac{4 \cdot 10^{-2} m}{2 \times 40 \times 10^{-3} s} = 0,5 m.s^{-1}, \quad v_2 = \frac{M_1 M_3}{2\tau} = \frac{4 \cdot 10^{-2} m}{2 \times 40 \times 10^{-3} s} = 0,5 m.s^{-1}$$

$$v_3 = \frac{M_2 M_4}{2\tau} = \frac{4 \cdot 10^{-2} m}{2 \times 40 \times 10^{-3} s} = 0,5 m.s^{-1}, \quad v_4 = \frac{M_3 M_5}{2\tau} = \frac{4 \cdot 10^{-2} m}{2 \times 40 \times 10^{-3} s} = 0,5 m.s^{-1} \text{ donc la vitesse du mobile est constante } v=0,5 m.s^{-1}$$

3)

Position	$M_0$	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_4$	$M_5$
$x(\text{cm})$	-2	0	+2	+4	+6	+8
$t(\text{s})$	-0,08	-0,04	0	0,04	0,08	0,12

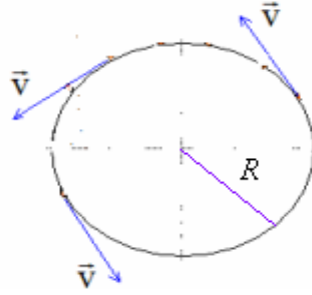


5)  $x=f(t)$  est une fonction affine de temps de forme:  $\mathbf{x} = \mathbf{v.t} + \mathbf{x}_0$  donc  $x_0 = 2\text{cm} = 0,02\text{m}$  abscisse à l'origine. la vitesse  $v$  est égale au coefficient directeur de la droite  $x = f(t)$  donc :  $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_B - x_A}{t_B - t_A} = \frac{(6-4) \times 10^{-2} m}{(0,08-0,04)s} = 0,5 m.s^{-1}$

6) l'équation horaire du mouvement de S est  $\mathbf{x} = 0,5.t + 0,02$

### III –Le mouvement circulaire uniforme:

**1) Définition:** Un mobile M est en mouvement circulaire uniforme si sa trajectoire est un cercle (ou un arc de cercle) et sa vitesse est constante en norme au cours du temps. ( c'est à dire que dans ce cas le vecteur vitesse ne garde pas la même direction et le même sens)



**2) La période et la fréquence:** La période d'un mouvement de rotation circulaire uniforme est la durée d'un tour :  $T = \frac{2\pi.R}{V}$  ( V: la vitesse en (m/s) et R : le rayon en (m) )

la fréquence f est égale à l'inverse de la période :  $f = \frac{1}{T}$  la fréquence s'exprime en Hertz (H).

#### Exemple de référentiels :

- référentiel héliocentrique : centre du Soleil et 3 étoiles lointaines dont les directions sont considérées comme fixes.
- référentiel géocentrique : centre de la terre et 3 étoiles lointaines dont les directions sont considérées comme fixes.
- référentiel terrestre : tout solide fixe lié à la terre (sol, la classe, tableau, un bâtiment...).

---

**SBIRO Abdelkrim lycée agricole oulad taima région d'Agadir royaume du MAROC**  
**Pour toute observation contactez moi : [sbiabdou@yahoo.fr](mailto:sbiabdou@yahoo.fr)**

Le : mardi 13 décembre 2016