

## Deuxième Partie :

## Mouvement

## Unité 3

## 6 H

## الحركة

## Le Mouvement


 Tronc Commun  
Physique - Mécanique

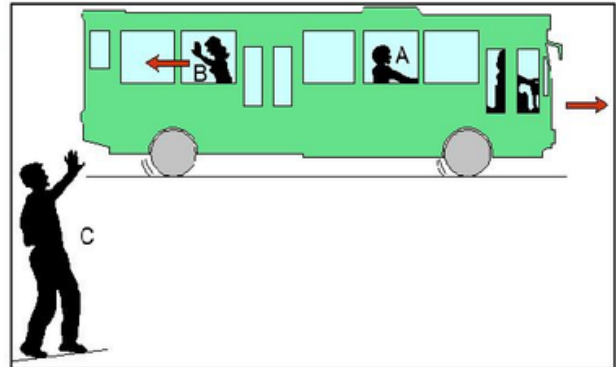
## I – La relativité du mouvement :

## 1 – Activité :

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

a- Compléter le tableau ci-dessous en disant si X est en mouvement ou

immobile par rapport à Y :



| Y \ X    | (A)          | (B)          | (C)          | Le bus       |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| (A)      | immobile     | en mouvement | en mouvement | immobile     |
| (B)      | en mouvement | immobile     | en mouvement | en mouvement |
| (C)      | en mouvement | en mouvement | immobile     | en mouvement |
| Le bus   | immobile     | en mouvement | en mouvement | immobile     |
| La route | en mouvement | en mouvement | immobile     | en mouvement |

b- Que nécessite l'étude d'un mouvement ?

L'étude des concepts de mouvement ou de repos nécessite de déterminer le corps de référence par rapport auquel elle s'effectue.

## 2 – Résumé :

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.

On dit qu'un corps est en mouvement par rapport à un autre corps pris comme référentiel si sa position change par rapport à ce référentiel.

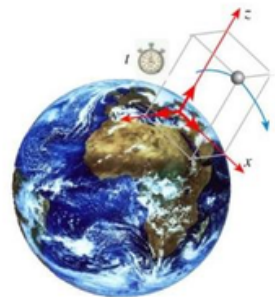
## 3 – Référentiel :

Le référentiel est un corps solide indéformable et fixe par rapport auquel on étudie le mouvement d'un corps. Exemple de référentiel :

## ■ Référentiel terrestre :

Il est construit 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.


 référentiel  
indéformable

 جسم مرجعي  
غير قابل للتشويه

 relativité  
au bord

 نسبية  
بجانب

 immobile  
concept

 متوقف  
مفهوم

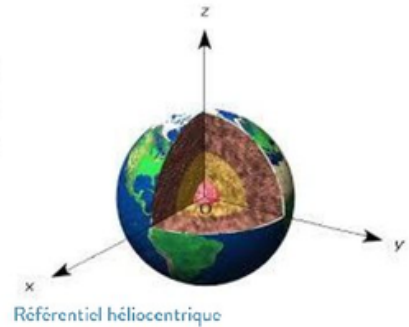
## Physique - Chimie

## Mécanique

## Mouvement

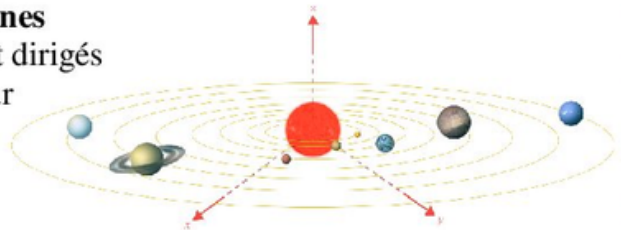
### ■ Référentiel géocentrique :

Il est défini par le **centre de la terre** et **3 axes** dirigés vers **3 étoiles lointaines** (Deux de ces étoiles sont l'**Etoile Polaire** et **Beta du Centaure**). On considère que ce sont des étoiles **fixes**, les axes sont donc **fixes**. Il est utilisé pour **décrire** le mouvement de la **lune** ou des **satellites artificiels**.



### ■ Référentiel héliocentrique :

Le référentiel héliocentrique est défini par le **centre de gravité du soleil** et des **étoiles lointaines** considérées comme **fixes** (ces 3 axes sont dirigés vers les mêmes étoiles lointaines que pour le référentiel géocentrique). Il est utilisé pour **décrire** le mouvement des **astres** du système solaire.



## II – Repérage de mouvement :

Pour décrire avec précision le mouvement d'un point il faut déterminer un repère d'espace et un repère de temps.

### 1 – Repère d'espace :

#### 1-1 – Activité :

| Déterminer dans chaque cas : | Vélo, voiture et camion sont en mouvement par rapport à la Terre                 | L'autoporteur est en mouvement par rapport à la table | La voiture, le vélo et l'oiseau sont en mouvement par rapport à la Terre |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
|                              |                                                                                  |                                                       |                                                                          |
| Référentiel                  | la Terre                                                                         | la table                                              | la Terre                                                                 |
| Repère d'espace              | $R(O, \vec{i})$                                                                  | $R(O, \vec{i}, \vec{j})$                              | $R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$                                        |
| Coordonnées des points       | $A(x_A); B(x_B); C(x_C)$                                                         | $N(x_N, y_N)$                                         | $M(x_M, y_M, z_M)$                                                       |
| Vecteur position             | $\vec{OA} = x_A \vec{i}$ et $\vec{OB} = x_B \vec{i}$ et $\vec{OC} = x_C \vec{i}$ | $\vec{ON} = x_N \vec{i} + y_N \vec{j}$                | $\vec{OM} = x_M \vec{i} + y_M \vec{j} + z_M \vec{k}$                     |

#### 1-2 – Résumé :

Le repère d'espace permet de déterminer la **position** du mobile (l'objet en mouvement) par rapport à une **position arbitraire** choisie comme **origine**. Le choix du repère d'espace se ramène au choix d'un **système d'axes** liés au référentiel.

La position du point mobile dans un repère d'espace est donnée par le **vecteur position**  $\vec{OM}$ .

référentiel géocentrique المرجع المركزي الأرضي  
référentiel héliocentrique المرجع المركزي الشمسي

Repérage معلمة  
table منصدة

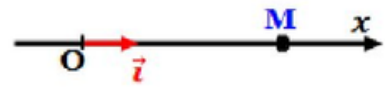
Repère d'espace معلم الفضاء  
autoporteur الحامل الذاتي

### ➤ En cas de mouvement unidimensionnel :

On choisit un repère d'un seul axe  $(O, \vec{i})$ .

Le vecteur position :  $\vec{OM} = x_M \cdot \vec{i}$

La norme est :  $\|\vec{OM}\| = \sqrt{x_M^2}$

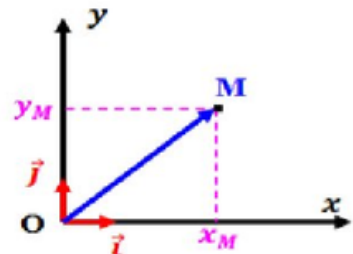


### ➤ En cas de mouvement au plan ou bidimensionnel :

On choisit un repère à deux axes orthonormé  $\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j})$

Le vecteur position est :  $\vec{OM} = x_M \vec{i} + y_M \vec{j}$

La norme est :  $\|\vec{OM}\| = \sqrt{x_M^2 + y_M^2}$

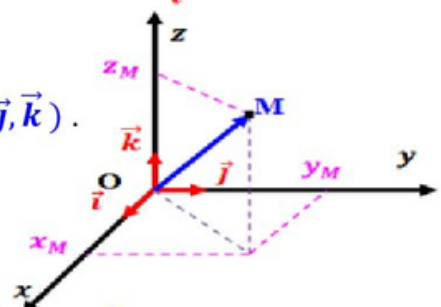


### ➤ En cas de mouvement tridimensionnel :

On choisit un repère de trois axes orthonormé  $\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ .

Le vecteur position est :  $\vec{OM} = x_M \vec{i} + y_M \vec{j} + z_M \vec{k}$

La norme est :  $\|\vec{OM}\| = \sqrt{x_M^2 + y_M^2 + z_M^2}$



$x$  (l'abscisse),  $y$  (l'ordonnée) et  $z$  (la cote) sont les coordonnées du vecteur position dans le repère  $\mathcal{R}$  orthonormé.

Lorsque le point  $M$  se déplace, les coordonnées  $(x, y, z)$  varient avec le temps.

## 2 – Repère de temps :

Pour décrire le mouvement d'un point du corps, il faut déterminer les **dates** des moments pendant lesquels ce point occupe certaines **positions**.

**La date** est le moment précis où un événement s'est produit. Pour le déterminer, il est nécessaire de définir un **repère de temps** qu'est constitué d'une **origine arbitraire** (prend la valeur  $t = 0$ ) et un **sens positif** orienté du passé vers le futur. L'**unité** du temps est la **seconde s**.

On associe à chaque **position** de point  $M$  du solide un **instant** ou une **date t**.

**La durée** est l'intervalle de temps entre le **début** et la **fin d'un événement** (elle est toujours positive) :  $\Delta t = t_f - t_i$ .

## 3 – Trajectoire :

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

**Comme le mouvement, la nature de trajectoire dépend du référentiel utilisé.**

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**, le mouvement est **curviligne**.



unidimensionnel

أحادي البعد

bidimensionnel (tridimensionnel)

ثنائي (ثلاثي) البعد

rectiligne مستقيمة

circulaire دائرية

curviligne

orthonormé

منحنية

متعامد منظم

### 1 – Vitesse moyenne :

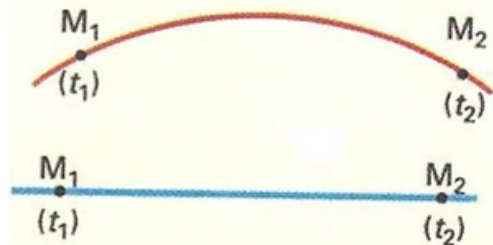
La **vitesse moyenne** d'un mobile est le quotient de la **distance** parcourue  $d$  par la **durée** de parcours  $\Delta t$  :

$$m.s^{-1} \leftarrow V_m = \frac{d}{\Delta t} \rightarrow m.s^{-1}$$

En (S.I) l'unité de vitesse est  $m.s^{-1}$ . On utilise aussi fréquemment  $1 m.s^{-1} = 3,6 km.h^{-1}$  et  $1 km.h^{-1} = \frac{1}{3,6} m.s^{-1}$

Pour un **trajectoire rectiligne**:  $V_m = \frac{M_1 M_2}{t_2 - t_1}$

Pour un **trajectoire curviligne**:  $V_m = \frac{\overline{M_1 M_2}}{t_2 - t_1}$



### 2 – Vecteur vitesse instantanée :

Le **vecteur vitesse instantanée** d'un point  $M$  caractérise la **direction** et le **sens** du mouvement de  $M$  à l'instant  $t$ .

**Caractéristiques du vecteur vitesse instantanée  $\vec{V}_i$  :**

Dans un repère, le vecteur vitesse instantanée, notée  $\vec{V}_i$  ou  $\vec{V}(M_i)$  du point mobile à l'instant  $t_i$  est défini par :

- **Origine** : la position  $M_i$  du mobile à l'instant  $t_i$ .
- **Direction** : la tangente de la trajectoire en  $M_i$ .
- **Sens** : le sens du mouvement.
- **Norme** : la valeur  $V_i = \|\vec{V}_i\|$  de la vitesse instantanée. Pratiquement pour un

✓ **trajectoire rectiligne**:  $V_i = \frac{M_{i-1} M_{i+1}}{t_{i+1} - t_{i-1}} = \frac{M_{i-1} M_{i+1}}{2\tau}$

✓ **trajectoire curviligne**:  $V_i = \frac{\overline{M_{i-1} M_{i+1}}}{t_{i+1} - t_{i-1}} \approx \frac{M_{i-1} M_{i+1}}{2\tau}$

(Pratiquement : la vitesse instantanée  $V_i$  d'un point mobile à la date  $t_i$ , est égale à sa vitesse moyenne calculer entre deux instants  $t_{i-1}$  et  $t_{i+1}$  très court et encadrant l'instant  $t_i$  considéré)

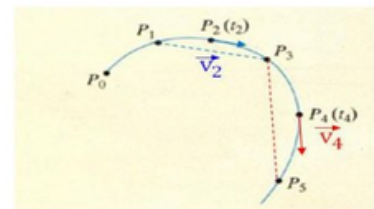
### Remarque :

Le signal routier détermine la vitesse instantanée qu'il ne faut pas dépasser sur la route, cette vitesse que l'automobiliste lit à sa compteur de véhicule et mesurer par le radar de la barrière de police.



### Représentation du vecteur vitesse instantanée $\vec{V}_i$ :

➡ Nous représentons le vecteur vitesse avec une **flèche** dont sa direction est **tangente de la trajectoire**, son sens est le **sens du mouvement** et sa longueur est proportionnelle à la **valeur de  $V$**  à l'aide d'une échelle appropriée.



➡ Dans le **mouvement curviligne**, la direction du vecteur vitesse est tangente de la

Vitesse moyenne      السرعة المتوسطة  
vitesse instantanée      السرعة اللحظية

tangente      المماس  
Représentation      تمثيل

signal routier      الإشارة الطرقية  
automobiliste      سائق السيارة

## Physique - Chimie

## Mécanique

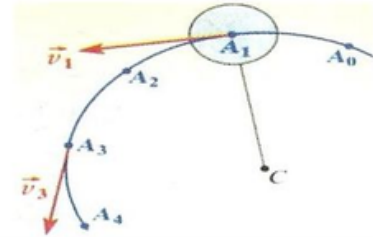
## Mouvement

trajectoire au point  $M_i$ , et en pratique cette tangente est **parallèle** au segment  $[M_{i-1}M_{i+1}]$ .

➡ Dans le **mouvement circulaire**, la direction du vecteur vitesse est **le vertical** sur le rayon du cercle au point  $M_i$ .

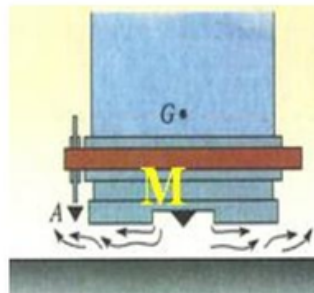
### Remarque :

Pour faire l'étude du mouvement d'un solide au laboratoire on utilise un dispositif qu'est constitué par un **autoporteur** qui se soulève de la **table** grâce à un **coussin d'air**. Les **frottements** lors de son déplacement devient **presque nuls** et grâce à un **générateur** délivre une **haute tension** permettant de créer un **arc électrique** qui apparaît juste sous le mobile. Une **feuille** placée sur la table reçoit cet arc et laisse une **trace noire** enregistrant ainsi une position. La haute tension est envoyée par **impulsions** très courtes, aux choix, toutes les 20, 40, ou 60 ms.

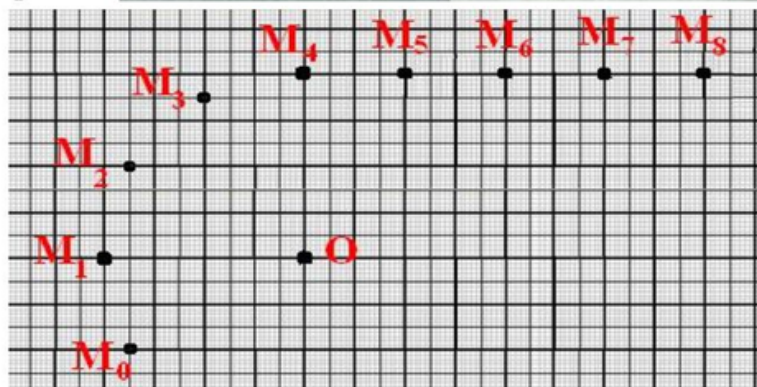


### 3- Activité :

Nous attachons un **autoporteur** à l'extrémité d'un **fil non élastique** et l'autre extrémité fixé au point O. Nous lançons l'autoporteur à une vitesse horizontale et verticale sur le fil (où il reste étirer) et nous le libérons du fil avant de terminer un cycle complet.



Pendant le mouvement, nous enregistrons le mouvement du **détonateur central M** de l'autoporteur pendant des périodes de temps égales et successifs  $\tau = 60 \text{ ms}$  et obtenons le l'enregistrement ci-contre. Nous considérons que le premier point a été enregistré à un instant  $t = 0$ .



a- Déterminer une référence pour l'étude du mouvement d'**autoporteur**.

Nous choisissons la **table à un coussin d'air** comme référence.

b- Déterminer la nature de la trajectoire du point **M**.

de  $M_0$  à  $M_4$  : la trajectoire est **circulaire**.

de  $M_4$  à  $M_8$  : la trajectoire est **rectiligne**.

c- Déterminer la valeur de la vitesse de **M** par rapport à l'**autoporteur**.

La valeur de la vitesse de **M** par rapport à l'**autoporteur** est nulle.

autoporteur الحامل الذاتي  
coussin d'air فرشاة هوائية

impulsions نبضات  
frottement احتكاك

non élastique غير ممدود  
arc électrique قوس كهربائي

table منصدة  
détonateur مفجر

d- Calculer la **vitesse moyenne** du point M entre les positions  $M_0$  et  $M_4$  et entre  $M_4$  et  $M_8$  par rapport au référentiel associé au laboratoire.

de  $M_0$  à  $M_4$  : on a  $V_m = \frac{\overline{M_0 M_4}}{t_4 - t_0} = \frac{8,4 \cdot 10^{-2}}{4 \times 60 \cdot 10^{-3}} = 0,35 \text{ m.s}^{-1}$ .

de  $M_4$  à  $M_8$  : on a  $V_m = \frac{\overline{M_4 M_8}}{t_8 - t_4} = \frac{8 \cdot 10^{-2}}{4 \times 60 \cdot 10^{-3}} = 0,33 \text{ m.s}^{-1}$ .

e- Calculer les valeurs des vitesses instantanées  $V_1$ ,  $V_3$ ,  $V_5$  et  $V_7$ .

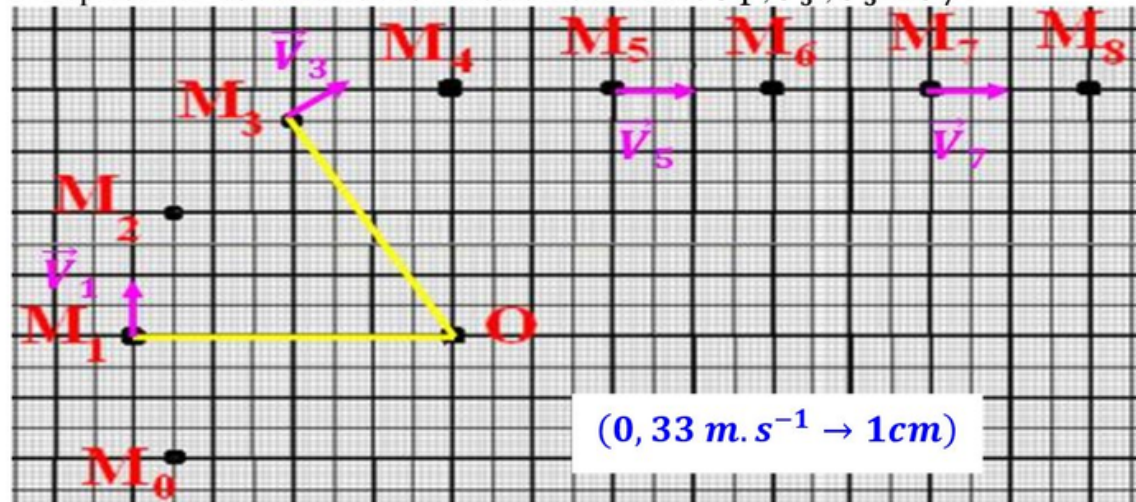
on a  $V_1 = \frac{\overline{M_0 M_2}}{t_2 - t_0} \approx \frac{M_0 M_2}{2\tau} = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{2 \times 60 \cdot 10^{-3}} = 0,33 \text{ m.s}^{-1}$ .

on a  $V_3 = \frac{\overline{M_2 M_4}}{t_4 - t_2} \approx \frac{M_2 M_4}{2\tau} = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{2 \times 60 \cdot 10^{-3}} = 0,33 \text{ m.s}^{-1}$ .

on a  $V_5 = \frac{\overline{M_4 M_6}}{t_6 - t_4} = \frac{M_4 M_6}{2\tau} = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{2 \times 60 \cdot 10^{-3}} = 0,33 \text{ m.s}^{-1}$ .

on a  $V_7 = \frac{\overline{M_6 M_8}}{t_8 - t_6} = \frac{M_6 M_8}{2\tau} = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{2 \times 60 \cdot 10^{-3}} = 0,33 \text{ m.s}^{-1}$ .

f- Représenter les vecteurs des vitesses instantanées  $\vec{V}_1$ ,  $\vec{V}_3$ ,  $\vec{V}_5$  et  $\vec{V}_7$ .



g- Comparer les vecteurs des vitesses instantanées  $\vec{V}_1$  et  $\vec{V}_3$  puis  $\vec{V}_5$  et  $\vec{V}_7$ .

Pour le mouvement circulaire, on remarque que  $\vec{V}_1 \neq \vec{V}_3$ .

Pour le mouvement rectiligne, on remarque que  $\vec{V}_5 = \vec{V}_7$ .

#### 4 – Vitesse du corps solide en mouvement de translation (الإزاحة):

**Définition :** Un solide possède un **mouvement de translation** si tout segment du solide **reste parallèle** à lui-même au cours du mouvement.

Tous les points du solide en translation ont des trajectoires identiques et mêmes valeurs de vitesses.

| Translation rectiligne | Translation curviligne | Translation circulaire |
|------------------------|------------------------|------------------------|
|                        |                        |                        |

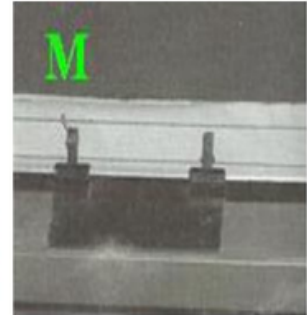
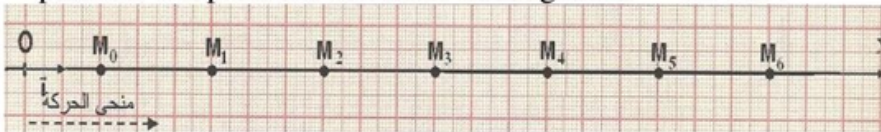
Lorsqu'un objet solide est en **mouvement de translation**, tous ses points se déplacent avec **le même vecteur vitesse instantanée** qui égale **le vecteur vitesse instantanée de l'objet** au même instant.

Donc, pour **étudier le mouvement** d'un objet solide dans une translation **il suffit** d'étudier **le mouvement d'un seul point**.

#### IV – Mouvement rectiligne uniforme :

##### 1 – Activité :

Nous envoyons un **cavalier** sur un **banc à coussin d'air** horizontal et nous enregistrons le mouvement du point **M** pendant des périodes successives et égales  $\tau = 60 \text{ ms}$ .



a- Déterminer une référence pour étudier le mouvement et déterminer la nature de la trajectoire du point **M**.

Nous choisissons **le banc** comme référence de l'étude et puisque les points  $M_i$  appartiennent à une droite, donc la trajectoire du point **M** est **rectiligne**.

b- Comparer les distances parcourues par **M** à la même période  $\tau$ . Que concluez-vous?

Nous avons  $M_i M_{i+1} = 3 \text{ cm} = \text{cte}$ , alors les distances parcourues pendant la même période de temps  $\tau$  est égales et donc la vitesse instantanée est constante.

c- Déterminer la nature du mouvement du point **M**.

Puisque le point **M** se déplace selon une trajectoire rectiligne avec une vitesse constante, le point **M** est en **mouvement rectiligne uniforme**.

d- Choisissons  $M_0$  comme origine du repère d'espace  $(O, \vec{i})$  et le moment où  $M_0$  est enregistré comme origine du repère de temps  $t_0 = 0$ .

Compléter le tableau tel que  $x = OM = M_0M$  et  $V_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{t_{i+1}-t_{i-1}} = \frac{x_{i+1}-x_{i-1}}{2\tau}$ .

| Position         | $M_0$ | $M_1$       | $M_2$        | $M_3$        | $M_4$        | $M_5$        | $M_6$        |
|------------------|-------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Date $t(s)$      | 0     | $6.10^{-2}$ | $12.10^{-2}$ | $18.10^{-2}$ | $24.10^{-2}$ | $30.10^{-2}$ | $36.10^{-2}$ |
| Abscisse $x(m)$  | 0     | $3.10^{-2}$ | $6.10^{-2}$  | $9.10^{-2}$  | $12.10^{-2}$ | $15.10^{-2}$ | $18.10^{-2}$ |
| Vitesse $V(m/s)$ |       | 0,5         | 0,5          | 0,5          | 0,5          | 0,5          |              |

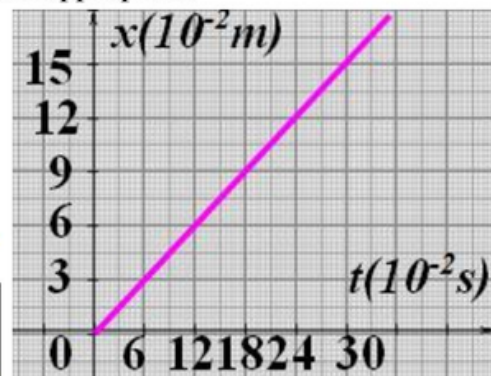
e- Représenter la fonction  $x = f(t)$  avec une échelle appropriée.

Regarder la courbe ci-contre.

f- L'équation de la fonction  $x = f(t)$  est appelée l'équation horaire du mouvement de **M**.

Trouver s'expression.

La courbe est une **fonction linéaire** écrite sous forme  $x = a \cdot t$  Où **a** est un **coefficient directeur** de la courbe.



uniform منتظمة  
cavalier خيال

équation horaire المعادلة الزمنية  
fonction linéaire دالة خطية  
coefficient directeur معامل موجه

## Physique - Chimie

## Mécanique

## Mouvement

Alors  $a = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(9-0) \cdot 10^{-2}}{(18-0) \cdot 10^{-2}} = 0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Ainsi  $a$  représente la vitesse instantanée du point M. Par conséquent, l'expression de l'équation horaire du mouvement de M est  $x = 0,5 t$ .

g- Choisissons  $M_0$  comme origine du repère d'espace  $(O, \vec{i})$  et le moment où  $M_2$  est enregistré comme origine du repère de temps  $t_2 = 0$ .

Compléter le tableau et représenter la fonction  $x = f(t)$  avec une échelle appropriée puis trouver l'expression de l'équation horaire du mouvement de M.

| Position         | $M_0$               | $M_1$              | $M_2$             | $M_3$             | $M_4$              | $M_5$              | $M_6$              |
|------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Date $t(s)$      | $-12 \cdot 10^{-2}$ | $-6 \cdot 10^{-2}$ | 0                 | $6 \cdot 10^{-2}$ | $12 \cdot 10^{-2}$ | $18 \cdot 10^{-2}$ | $24 \cdot 10^{-2}$ |
| Abscisse $x(m)$  | 0                   | $3 \cdot 10^{-2}$  | $6 \cdot 10^{-2}$ | $9 \cdot 10^{-2}$ | $12 \cdot 10^{-2}$ | $15 \cdot 10^{-2}$ | $18 \cdot 10^{-2}$ |
| Vitesse $V(m/s)$ |                     | 0,5                | 0,5               | 0,5               | 0,5                | 0,5                |                    |

Regarder la courbe ci-contre.

La courbe est une fonction affine écrite sous forme  $x = a \cdot t + b$  Où  $a$  est un coefficient directeur de la courbe et  $b$  est l'ordonnée à l'origine du temps  $t_2 = 0$ . On a  $x(t_2) = a \cdot t_2 + b = b = 6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$  donc  $b$  représente l'abscisse initial du M.

Alors  $a = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(9-6) \cdot 10^{-2}}{(6-0) \cdot 10^{-2}} = 0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Ainsi  $a$  représente la vitesse instantanée du point M. Par conséquent, l'expression de l'équation horaire du mouvement de M est  $x = 0,5 t + 6 \cdot 10^{-2}$ .

h- Choisissons  $M_2$  comme origine du repère d'espace  $(O, \vec{i})$  et le moment où  $M_0$  est enregistré comme origine du repère de temps  $t_0 = 0$ .

Compléter le tableau et représenter la fonction  $x = f(t)$  avec une échelle appropriée puis trouver l'expression de l'équation horaire du mouvement de M.

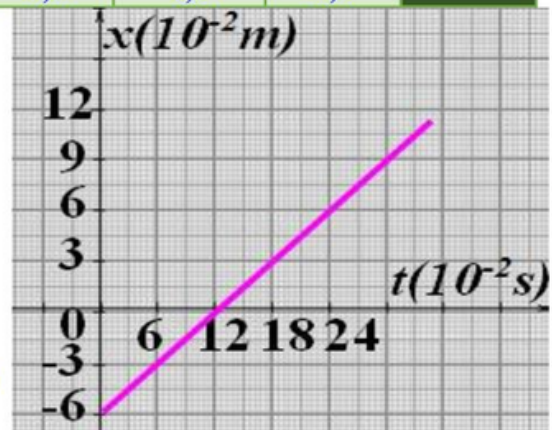
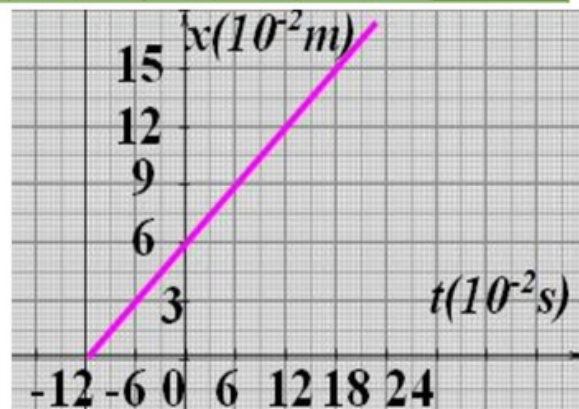
| Position         | $M_0$              | $M_1$              | $M_2$              | $M_3$              | $M_4$              | $M_5$              | $M_6$              |
|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Date $t(s)$      | 0                  | $6 \cdot 10^{-2}$  | $12 \cdot 10^{-2}$ | $18 \cdot 10^{-2}$ | $24 \cdot 10^{-2}$ | $30 \cdot 10^{-2}$ | $36 \cdot 10^{-2}$ |
| Abscisse $x(m)$  | $-6 \cdot 10^{-2}$ | $-3 \cdot 10^{-2}$ | 0                  | $3 \cdot 10^{-2}$  | $6 \cdot 10^{-2}$  | $9 \cdot 10^{-2}$  | $12 \cdot 10^{-2}$ |
| Vitesse $V(m/s)$ |                    | 0,5                | 0,5                | 0,5                | 0,5                | 0,5                |                    |

Regarder la courbe ci-contre.

La courbe est une fonction affine écrite sous forme  $x = a \cdot t + b$  Où  $a$  est un coefficient directeur de la courbe et  $b$  est l'ordonnée à l'origine du temps  $t_0 = 0$ . On a  $x(t_0) = a \cdot t_0 + b = b = -6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$  donc  $b$  représente l'abscisse initial du M.

Alors  $a = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(6-0) \cdot 10^{-2}}{(24-12) \cdot 10^{-2}} = 0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Ainsi  $a$  représente la vitesse instantanée du point M.



Par conséquent, l'expression de l'équation horaire du mouvement de M est  $x = 0,5 t - 6.10^{-2}$ .

## 2 – Définition :

Un solide est animé d'un **mouvement rectiligne uniforme** si et seulement si le **vecteur vitesse est constant**  $\vec{V} = \overline{cte}$  (garde la **même direction**, le **même sens** et la **même norme**) au cours du mouvement.



Si le corps se déplace selon une trajectoire rectiligne avec une vitesse constante, le mouvement est **rectiligne uniforme**.

**Remarque :** Lors d'un **mouvement rectiligne uniforme**, la vitesse instantanée est égale à la vitesse moyenne  $V = V_m$ .

## 3 – Équation horaire du mouvement rectiligne uniforme :

L'**équation horaire** du **mouvement rectiligne uniforme** est la **relation** entre  $x$  l'**abscisse** d'un point du corps mobile dans le repère d'espace  $(O, \vec{i})$  et  $t$  la **date** d'observée le point du corps mobile dans le repère de temps (les deux repères sont associés au référentiel), c-à-d l'équation de la **fonction affine**  $x = f(t)$ , on l'exprime sous la forme  $x(t) = V_x \cdot t + x_0$  tel que

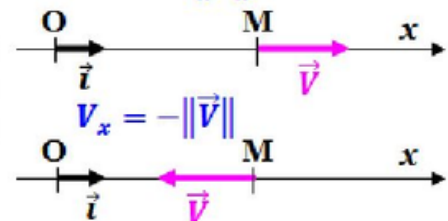
$x(t)$  : l'**abscisse** du point mobile à l'instant  $t$

$x_0$  : l'**abscisse** du mobile à l'origine du temps  $t_i = 0$

$V_x$  : le **coordonnée du vecteur** vitesse instantanée dans le repère d'espace  $(O, \vec{i})$  c-à-d  $\vec{V} = V_x \vec{i}$  avec

$V_x = \pm \|\vec{V}\|$ .

$$V_x = \|\vec{V}\|$$



## V – Mouvement circulaire uniforme :

### 1 – Définition :

Dans un référentiel donné, le mouvement d'un point M est **circulaire uniforme** si sa **trajectoire** est une portion de cercle de rayon  $R$  et que, en chaque instant, la **valeur de la vitesse instantanée** est **constante** ( $V(t) = cte$ ).

#### Remarques :

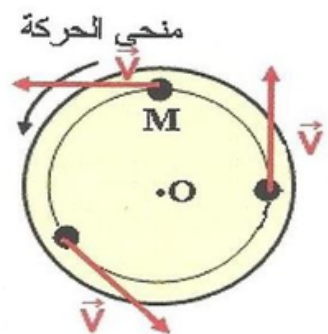
\* Le vecteur vitesse reste **constant en norme** ( $V(t) = cte$ ) mais **pas en direction** puisqu'il est **tangente de la trajectoire** circulaire à chaque instant ( $\vec{V}(t) \neq \overline{cte}$ ).

\* Un objet est en **rotation autour d'un axe fixe** si la trajectoire de chaque point est **circulaire** afin que ces cercles soient **centrés** sur l'axe.

### 2 – Vitesse angulaire :

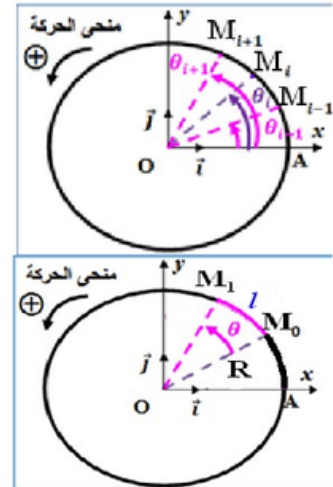
La **vitesse angulaire moyenne**  $\omega_m$  d'un point M du solide en **rotation** autour d'un axe fixe entre deux instants  $t_1$  et  $t_2$  :

$$rad.s^{-1} \leftarrow \omega_m = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1} \rightarrow rad.s$$



La **vitesse angulaire instantanée**  $\omega_i$  d'un point  $M$  du solide en **rotation** autour d'un axe fixe :

$$\text{rad.s}^{-1} \leftarrow \omega_i = \frac{\delta\theta}{\delta t} = \frac{\theta_{i+1} - \theta_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}} \rightarrow \text{rad.s}$$



Pendant la durée  $\Delta t$ , le point  $M$  parcourt un arc circulaire de longueur  $l$  (l'**abscisse curviligne** du point  $M$  tel que  $l = \widehat{AM}$  en **m**) tel que le vecteur position ( $\overrightarrow{OM}$ ) balaie un angle  $\theta$  (l'**abscisse angulaire** du point  $M$  tel que  $\theta = (\widehat{OA, OM})$  en **rad**) avec  $l = R \cdot \theta$ .

### 3 – Relation entre la vitesse angulaire et la vitesse linéaire :

$$\text{On a } V_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{t_{i+1} - t_{i-1}} = \frac{l}{t_{i+1} - t_{i-1}} = \frac{R \cdot \theta_{i+1} - R \cdot \theta_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}} = R \cdot \frac{\theta_{i+1} - \theta_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

Alors, la relation entre la vitesse instantanée et la vitesse angulaire est :

$$\text{m.s}^{-1} \leftarrow V_i = \underset{\substack{\downarrow \\ \text{m}}}{R} \cdot \omega_i \rightarrow \text{rad.s}^{-1}$$

### 3 – Quelques caractéristiques du mouvement circulaire uniforme :

**La période** : est la **durée nécessaire** pour qu'un point  $M$  effectue un **tour complet** dans un mouvement circulaire uniforme, noté  $T$  exprimée en **seconde**.

$$(s) \leftarrow T = \frac{2\pi}{\omega} \rightarrow \begin{matrix} \text{rad} \\ \text{rad.s}^{-1} \end{matrix}$$

**La fréquence** : est le **nombre des tours complets** effectué par le point  $M$  en **une seconde**, noté  $f$  exprimée en **hertz**.  $(\text{Hz}) \leftarrow f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$

vitesse angulaire  
abscisse curviligne  
vitesse linéaire

سرعة زاوية  
أفصول منحنى  
سرعة خطية

abscisse angulaire  
période  
fréquence

أفصول زاوي  
دور  
تردد

rotation  
centrés  
balaie

دوران  
ممركة  
تكسح