Le mouvement

الحركة

Www.AdrarPhysic.Fr

TCSF-5

Prf: Baadi rachid

Introduction :

Www.AdrarPhysic.Fr

Le mouvement d'un corps n'est pas le même pour tous les observateurs. Pour décrire son mouvement (trajectoire, vitesse, ...), il est nécessaire de préciser le corps de référence par rapport auquel le mouvement est étudié.



- Comment peut-on décrire un mouvement ?
- La vitesse d'un corps possède certainement des informations sur le mouvement, comment?
- Quelles sont ses caractéristiques ?

I- Relativité du mouvement

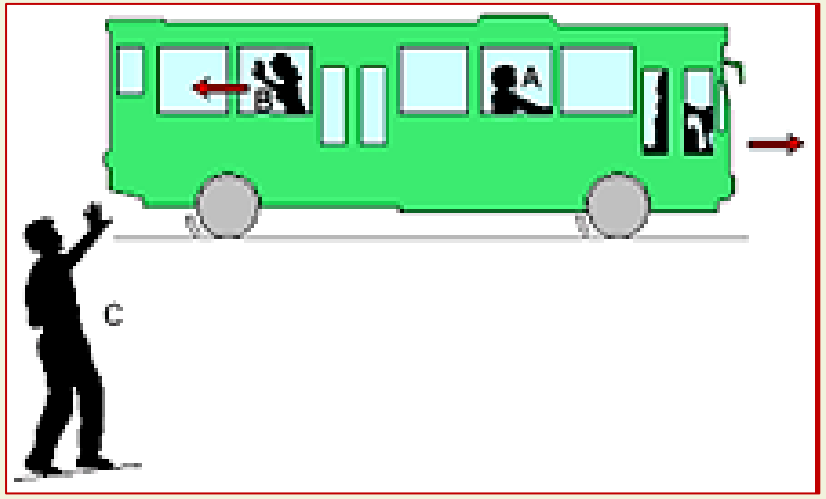
1. Le référentiel :

a. Activité :

On constate à travers des exemples rencontrés quotidiennement que la description du mouvement d'un corps dépend de l'observateur. Que faut-il donc définir avant d'étudier le mouvement ou le repos ?

On considère un bus qui roule lentement en ville.

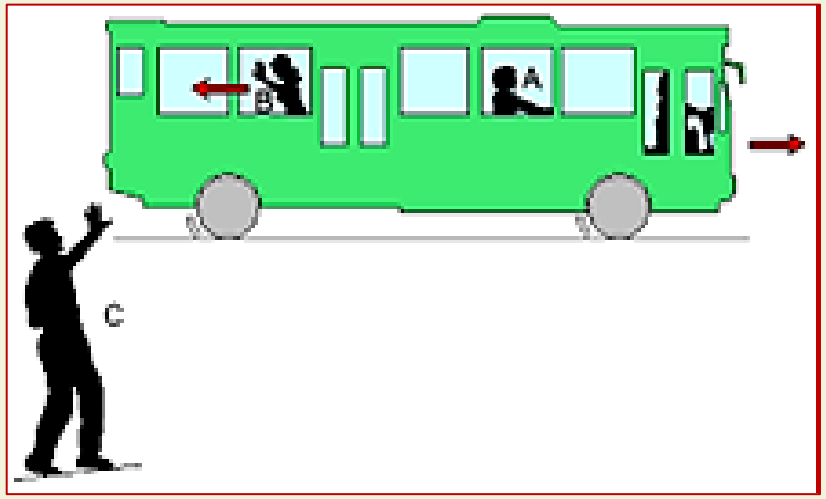
- **La personne (A) est assise à l'avant du bus.**
- **La personne (B) est montée dans le bus et s'est dirigée vers un siège se trouve à l'arrière du bus**
- **La personne (C) est au bord de la route**



A partir de ces trois situations, compléter le tableau suivant par : (Immobile) ou (En mouvement) :

a. Activité :

- La personne (A) est assise à l'avant du bus.
- La personne (B) est montée dans le bus et s'est dirigée vers un siège se trouve à l'arrière du bus
- La personne (C) est au bord de la route



A partir de ces trois situations, compléter le tableau suivant par : (Au repos) ou (En mouvement) :

Objet	A	B	C
Par rapport à A	au repos	En mouvement	En mouvement
Par rapport à B	En mouvement	En mouvement	au repos
Par rapport au bus	au repos	En mouvement	En mouvement

b. 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, puis un repère d'espace et un repère de temps liés à ce référentiel

Remarque :

Un référentiel est un ou plusieurs corps solides indéformables pour lequel on étudie le mouvement d'un objet

Www.AdrarPhysic.Fr

2. Le repère :

Www.AdrarPhysic.Fr

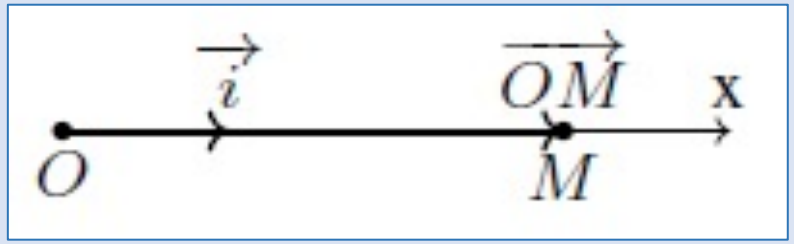
a. repère d'espace

Pour repérer la position d'un point M du mobile on choisi un repère d'espace lié au référentiel, et on repère les positions de M par un vecteur $\overrightarrow{OM}$ appelé vecteur position.

▪ 1^{ere} cas : si le mouvement est rectiligne :

Dans ce cas, on choisi un repère avec un seul axe $\mathcal{R}(O;\vec{i})$, d'origine O et de vecteur unitaire $\vec{i}$, tel que :

$$\overrightarrow{OM} = x_M \times \vec{i}$$

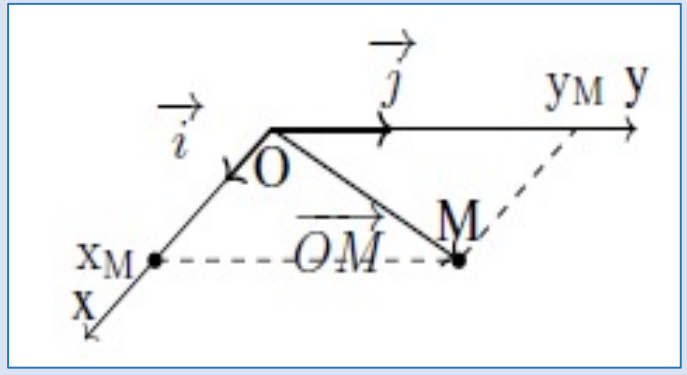


➢ x_M est appelé abscisse du point M.

▪ $2^{éme}$: si le mouvement est plan :

Dans ce cas, le repère d'espace est un repère orthonormé plan $\mathcal{R}(O;\vec{i};\vec{j})$, tel que :

$$\overrightarrow{OM} = x_M \times \vec{i} + y_M \times \vec{j}$$

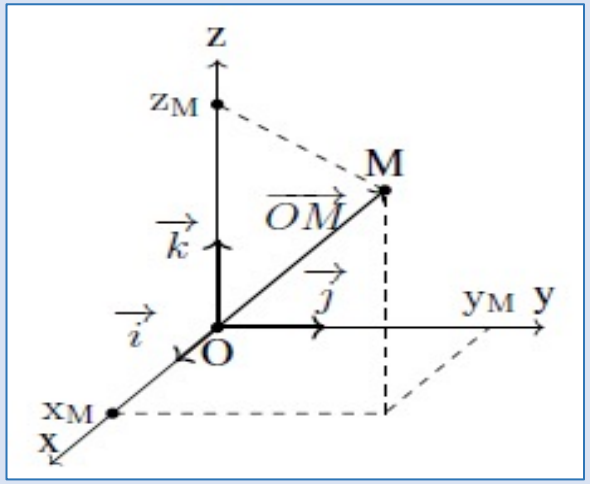


➢ x_M et y_M sont les coordonnées du point M.

▪ 3ème *cas :* si le mouvement est spatial :

Dans ce cas, on choisi un repère orthonormé dans l'espace $\mathcal{R}(O;\vec{i};\vec{j};\vec{k})$, tel que :

$$\overrightarrow{OM} = x_M \times \vec{i} + y_M \times \vec{j} + z_M \times \vec{k}$$



➢ x_M, y_M, et z_M **sont les coordonnées du point M.**

b. repère de temps :

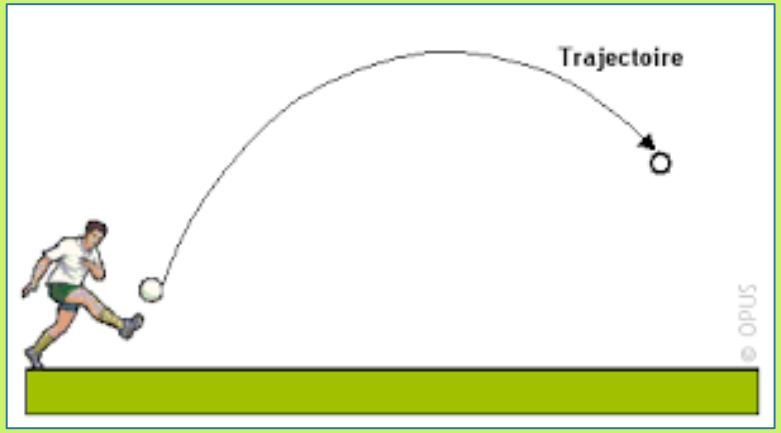
Connaitre la position du point M n'est pas suffisante, car il faut également savoir quand ce point a occupé cette position.

Pour cela on doit choisir une origine des temps fixée par l'observateur, c'est l'instant t = 0s (c'est ce qu'on appelle repère de temps).

Www.AdrarPhysic.Fr

3. La trajectoire :

La trajectoire est l'ensemble des positions successives occupées par le point mobile au cours du mouvement. Elle peut être rectiligne, curviligne, ou bien circulaire.



II- Vitesse d'un point du corps en mouvement de translation :

1. La vitesse moyenne :

La vitesse moyenne d'un point mobile est définie par :

- d : la distance parcourue (m).
- Δt : la durée du parcours (s).
- v_m : la vitesse moyenne ($m.s^{-1}$).

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

Remarque :

- On peut utiliser aussi une autre unité de vitesse, c'est $Km.h^{-1}$, tel que :

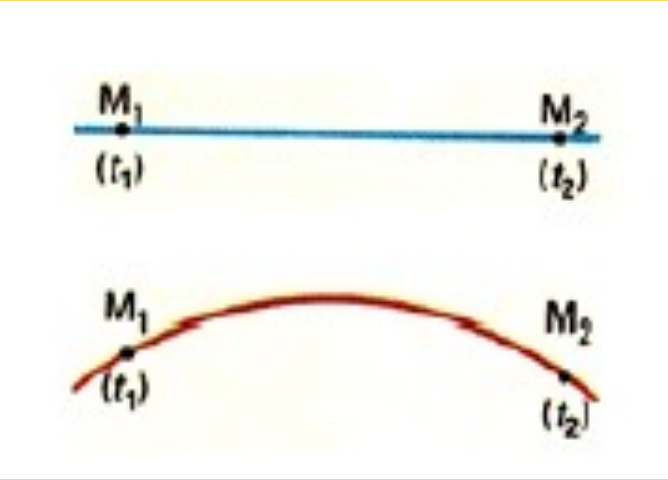
$$1\ m.s^{-1} = 3,6\ Km.h^{-1}$$

- Pour une trajectoire rectiligne :

$$v_m = \frac{M_1M_2}{t_2 - t_1}$$

- Pour une trajectoire curviligne :

$$v_m = \frac{\widehat{M_1M_2}}{t_2 - t_1}$$



Www.AdrarPhysic.Fr

2. La vitesse instantanée :

a. Définition :

La vitesse instantanée d'un point M est sa vitesse à l'instant t_i , elle est noté v_i.

b. Vecteur vitesse instantanée :

Les caractéristiques de vecteur vitesse instantanée du point M qui occupe la position M_i à l'instant t_i sont :

- → Origine : La position M_i.
- → Direction : la droite tangente à la trajectoire en M_i.
- → Sens : sens du mouvement
- → Valeur : la vitesse instantanée v_i

Remarque :

Pour déterminer à partir d'un enregistrement la vitesse instantanée v_i du point M_i à l'instant t_i, on fait calculer la vitesse moyenne de ce point entre deux instants t_{i-1} et t_{i+1} très proches encadrés l'instant t_i :

$$v_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{t_{i+1}-t_{i-1}} = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\times\tau}$$

τ : est le temps qui sépare les deux points M_{i-1}, M_i successifs de l'enregistrement ($t_{i+1} - t_{i-1} = 2\times\tau$).

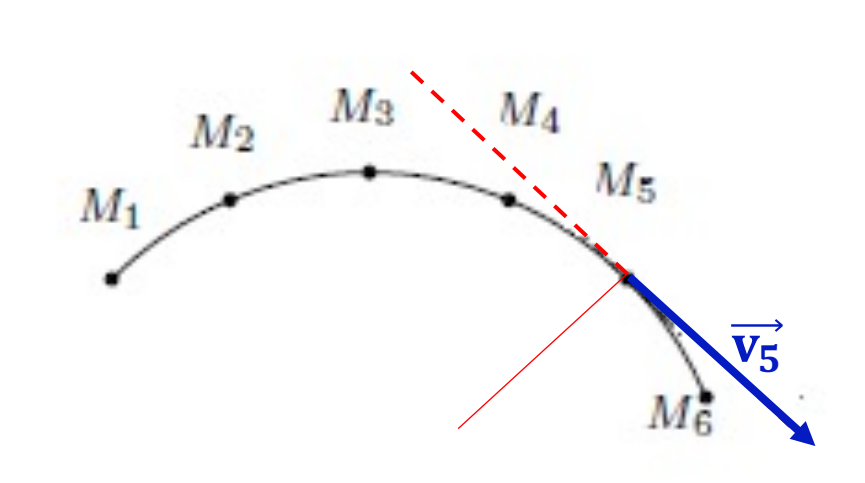
Www.AdrarPhysic.Fr

c. Représentation graphique de vecteur vitesse instantanée :

On représente graphiquement le vecteur vitesse instantanée $\overrightarrow{v_i}$ par une flèche dont les caractéristiques précédentes du vecteur vitesse instantanée.

➢ Exemple :

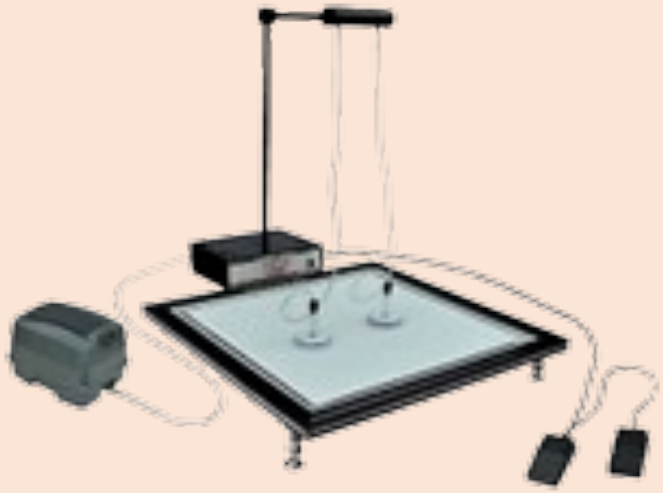
Représentation graphique du vecteur vitesse $\overrightarrow{v_5}$:



II- Mouvement rectiligne uniforme - équation horaire :

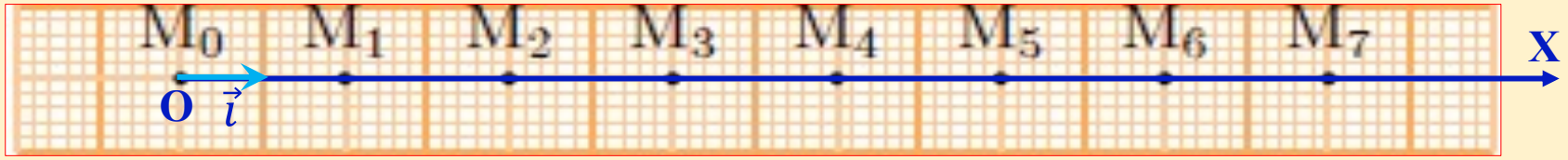
1. Activité 2 :

Matériel : Table à coussin d'air et ses accessoires.



Manipulation :

On règle l'horizontalité de la table. On lance l'autoporteur et on enregistre les positions de l'éclateur central M. L'enregistrement obtenu ressemble à celui donné sur le schéma suivant avec $\tau = 40ms$.

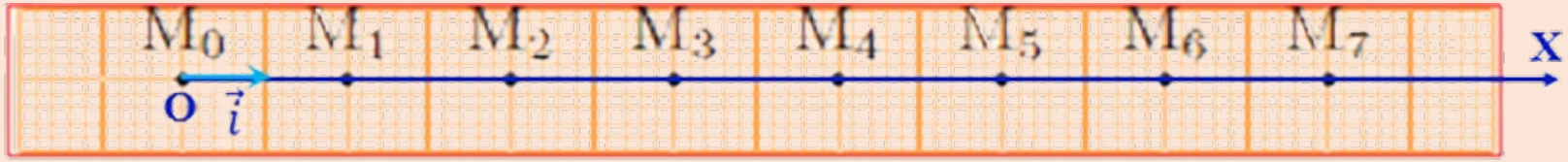


➢ On choisit la position M_0 comme origines des abscisses.

1. Déterminer la nature de la trajectoire du point M, tracer un repère d'espace convenable pour étudier le mouvement du point M.

La nature de la trajectoire du point M est rectiligne car les positions M_0, M_1, M_2,... forment une droite.

→ Le mouvement est rectiligne.



2.Calculer la vitesse moyenne de l'éclateur central entre les positions M_1 et M_6 .

La vitesse moyenne v_m est : $v_m = \frac{M_1M_6}{t_6 - t_1} = \frac{M_1M_6}{5\times\tau} = \frac{5\times2\times10^{-2}}{5\times40\times10^{-3}} = 0,5\ m/s$

3. En utilisant la relation $v_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\times\tau}$, calculer la vitesse instantanée de l'éclateur central aux positions M_3 et M_5. Conclure

- **La vitesse instantanée de l'éclateur central au position M_3 :**

$$v_3 = \frac{M_2M_4}{2\times\tau} = \frac{4\times10^{-2}}{2\times40\times10^{-3}} = 0,5\ m/s$$

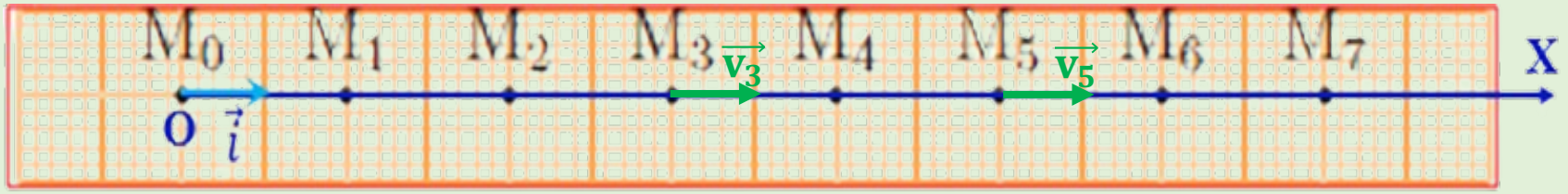
- **La vitesse instantanée de l'éclateur central au position M_5 :**

$$v_5 = \frac{M_4M_6}{2\times\tau} = \frac{4\times10^{-2}}{2\times40\times10^{-3}} = 0,5\ m/s$$

→ $v_3 = v_5 = v_m$, donc : **le mouvement est uniforme.**

4. Représenter sur l'enregistrement les vecteurs vitesses $\overrightarrow{v_3}$ et $\overrightarrow{v_5}$:.

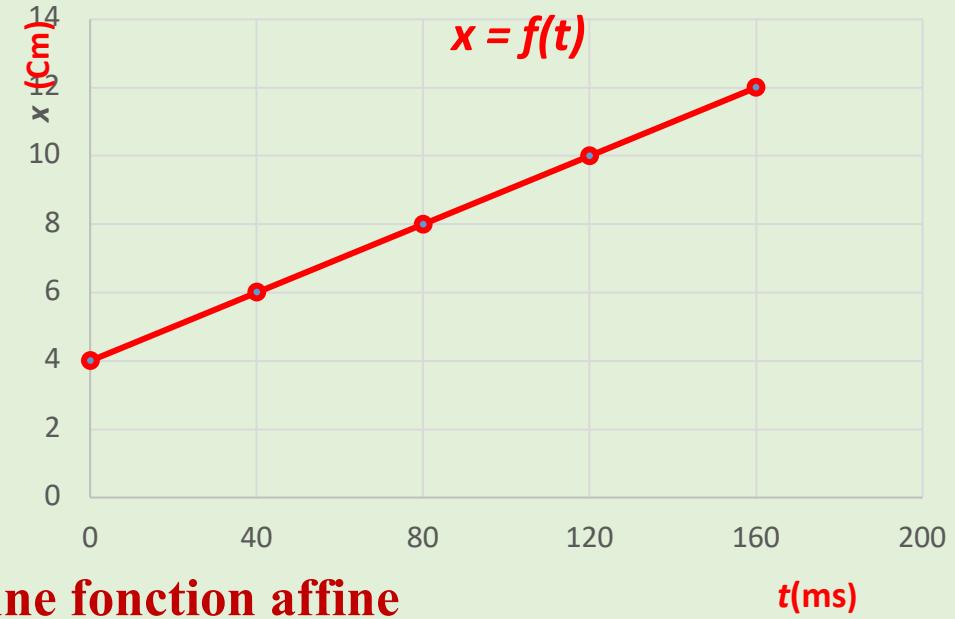
L'échelle utilisée est : $1Cm \rightarrow 0,5\,m/s$



5. On choisit l'instant d'enregistrement de la position M_2 comme origine des temps.
En exploitant l'enregistrement précèdent, noter les abscisses de l'éclateur central de l'autoporteur et les instants correspondantes. Regrouper les résultats dans le tableau suivant :

Positions	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6
Abscisses $x(t_i)$ en $(\times 10^{-2}m)$	0	2	4	6	8	10	12
Instants t_i en $(\times 10^{-3}s)$	-	-	0	40	80	120	160

6. Tracer dans un papier millimètre la courbe $x = f(t)$. Quelle est la nature de cette courbe ?



Www.AdrarPhysic.Fr

→ La fonction $x = f(t)$ est une fonction affine

7. Ecrire l'équation de cette courbe en précisant les unités et les valeurs des grandeurs utilisées.

La fonction $x = f(t)$ est une fonction affine, l'expression de sa droite s'écrit sou la forme :

$$x = a \times t + b$$

Avec :

a est le coefficient directeur :

$$a = \frac{(12-4)\times 10^{-2}}{(160-0)\times 10^{-3}} = 0,5\ m/s$$

→ a est la valeur de la vitesse du point M : a = +v

b est la valeur de x à l'instant t = 0s (origine de temps) :

$$b = x(t=0) = x_0 = 4\times 10^{-2} m$$

Alors : $x(t) = v \times t + x_0$

9. En inversant le sens de l'axe (Ox), quel changement subira le coefficient directeur de la courbe ? donner sa nouvelle valeur.

Si on inverse le sens de l'axe (Ox), le coefficient directeur **a** devient **négatif**, alors :

$$a = -0,5\ m/s \quad = -v$$

10. Proposer une écriture de l'équation de la courbe appelée l'équation horaire du mouvement.

En général :

$$x(t) = \pm v \times t + x_0$$

2. Conclusion :

- **Dans un référentiel donné le mouvement d'un point M est rectiligne uniforme si sa trajectoire est rectiligne et sa vitesse instantanée est constante $v = cte$.**
- **On exprime le mouvement rectiligne uniforme d'un point par la relation suivante :**

$$x(t) = v_x \times t + x_0$$

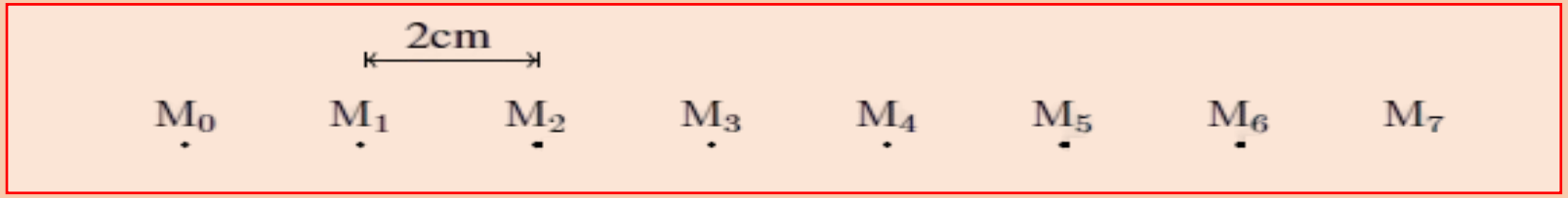
Cette relation s'appelle l'équation horaire de mouvement.

Avec :

- **t : Temps en (s).**
- **v_x: Vitesse du point mobile en ($m.s^{-1}$).**
- **x_0 : Abscisse du point mobile à t = 0 en (m).**

Application 1 :

Un autoporteur glisse sans frottement sur une table horizontale. La durée entre deux prises successives est $\tau = 50ms$. L'enregistrement de la trajectoire de son éclateur central M est donnée par la figure suivante :

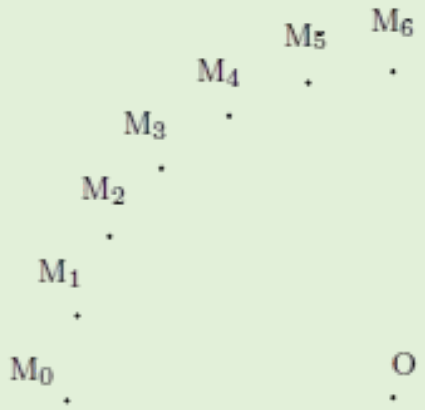


1. **Quelle est la nature de la trajectoire du point M ?**
2. **Calculer la vitesse moyenne du point M entre les positions M_2 et M_6.**
3. **Calculer les vitesses instantanées du point M aux positions M_2 , M_5 et M_6.**
4. **Représenter les vecteurs vitesse instantanée au ces positions.**
5. **Quelle est la nature du mouvement du point M? Justifier votre réponse.**
6. **On choisit le point M_0 comme origines du repère d'espace et l'instant d'enregistrement du point M_2 comme origine des temps ($t = 0$), déterminer l'équation horaire de mouvement du point M.**

VI- Mouvement circulaire uniforme :

1. Définition

Un point M est en **mouvement circulaire uniforme** si sa **trajectoire** est **circulaire** et sa **vitesse instantanée** est constante **v = Cte**.



2. Propriétés de mouvement circulaire uniforme

a. Vitesse angulaire ω :

La vitesse angulaire ω est donnée par relation :

$$\omega = \frac{v}{R}$$

Son unité dans le (S.I) est : $Rad.\,s^{-1}$.

- **v** : la vitesse du point mobile en $(m.\,s^{-1})$.
- **R** : le rayon de la trajectoire circulaire en (m).

b. Période T :

Le mouvement circulaire uniforme est un mouvement périodique qui est caractérisé par sa période T.

La période T est la durée nécessaire pour effectuer un seul tour par le point mobile, elle est définie par la relation :

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

Son unité dans le (S.I) est : le seconde (s) .

c. Fréquence F :

La fréquence f est le nombre de tours effectués pendant une seconde, elle est définie par la relation :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

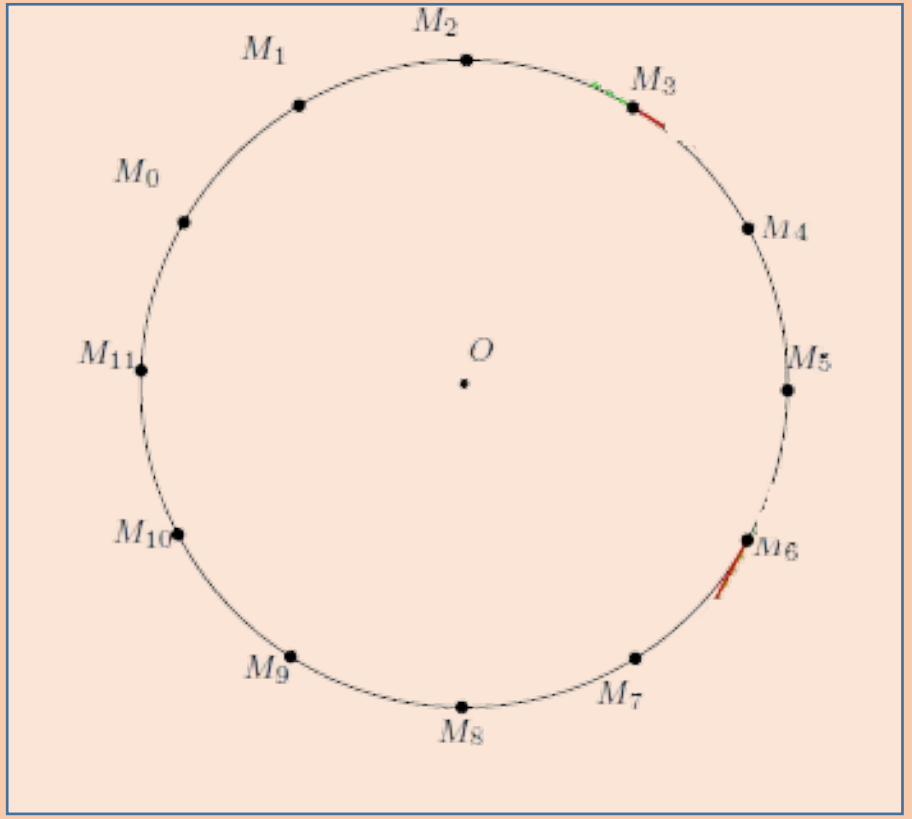
Son unité dans le (S.I) est : le Hertz (Hz) .

Www.AdrarPhysic.Fr

Application 2 :

On considère l'enregistrement qui donne les positions successives d'un point mobile M à différentes dates. La durée entre deux prises successives est $\tau = 20ms$. On donne $\widehat{M_0M_1} = \widehat{M_1M_2} = \widehat{M_2M_3} = 2Cm$.

1. **Déterminer la nature de la trajectoire du point M.**
2. **Calculer la vitesse instantanée aux points M_3 et M_6.**
3. **Représenter les vecteurs vitesses instantanées aux points M_3 et M_6.**
4. **Conclure sur la nature de mouvement du point M.**
5. **Calculer la vitesse angulaire du point M. On donne le rayon de la trajectoire: $R = 10cm$.**
6. **Calculer la période T et déduire la fréquence f.**



Www.AdrarPhysic.Fr