

Chapitre 9 : Description des mouvements

Cours

1. Déplacement d'un système

a. Système et référentiel

Il est facile de constater, à travers d'exemples de la vie quotidienne, que la description du mouvement d'un mobile dépend de l'observateur.

Un bus roule lentement dans la ville. Aline (A) est assise dans le bus, Claude (C) conduit le bus, Daniel (D) marche vers l'arrière dans l'allée du bus afin de rester à la hauteur de Brigitte (B) qui est sur le bord de la route.

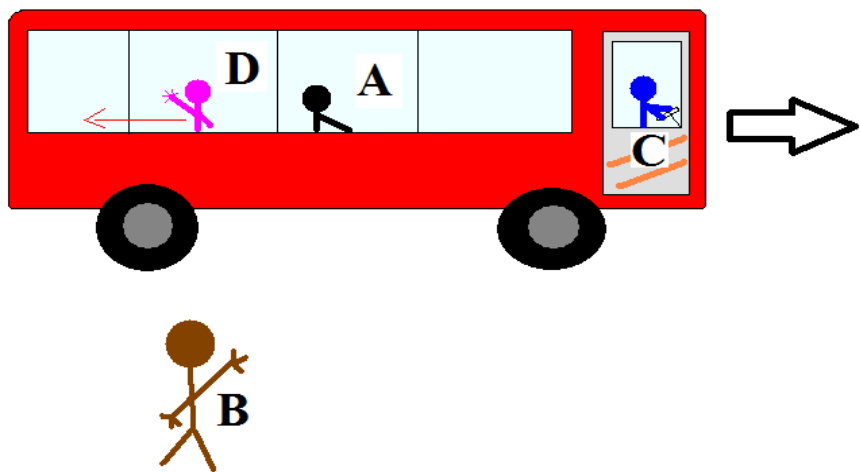


Figure 1

Compléter le tableau suivant en répondant par **OUI** ou **NON** à la question : **X** est-il en mouvement par rapport à **Y** ?

	A	B	C	D	Le Bus	La route
A	NON	OUI	NON	OUI	NON	OUI
B	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON
C	NON	OUI	NON	OUI	NON	OUI
D	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON
Le bus	NON	OUI	NON	OUI	NON	OUI
La route	OUI	NON	OUI	NON	OUI	NON

Peut-on répondre par oui ou non à la question « Daniel est en mouvement ? »

Non car la ligne (ou bien la colonne) correspondant à Daniel (D) ne contient pas une seule réponse.

Que faut-il préciser ?

Il faut préciser un objet de référence appelé référentiel.

L'objet dont on étudie le mouvement est appelé système. Le mouvement d'un système doit toujours être décrit par rapport à un objet de référence, appelé référentiel.

Application 1

Préciser le système étudié et le référentiel pour les situations suivantes :

-La Lune tourne autour de la Terre.

Système : La Lune

Référentiel : Géocentrique

-La Terre tourne autour du Soleil.

Système : La Terre

Référentiel : Héliocentrique

-Un train va de Cherbourg vers Paris.

Système : Le train

Référentiel : Terrestre

Application 2

On considère la photographie ci-dessous (voir figure 2) prise sur un terrain de golf.



Figure 2

Pourquoi est-il nécessaire de préciser le système étudié ?

L'extrémité du club et la balle n'ont pas même mouvement par rapport au sol (référentiel Terrestre).

b. Trajectoire

Dans un référentiel donné, la trajectoire d'un système est l'ensemble de ses positions successives au cours du temps.

Pour visualiser une trajectoire on utilise la technique de chronophotographie : A intervalles de temps réguliers on prend une photographie et on superpose les différentes photographies.

Sur l'exemple ci-dessous (figure 3) on peut affirmer que la trajectoire est un arc de cercle car la distance entre O et M reste constante.

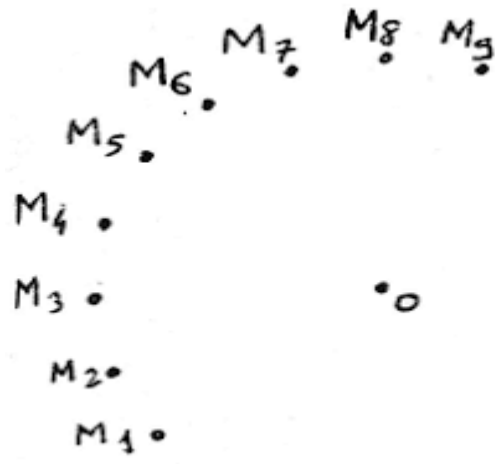


Figure 3

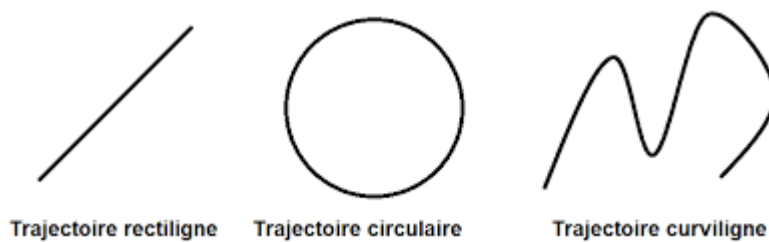


Figure 4

Vous pouvez obtenir quelques chronophotographies sur mon site :

<https://www.jeanhurel.fr/site/sage/chronophotographies.html>

c. Description de mouvements

La figure 5 représente une chronophotographie (9 photographies séparées par une durée τ (prononcer « tau ») = 40 ms et superposées. On observe un mobile se déplaçant sur une table horizontale.

Le système étudié est le mobile et le référentiel est Terrestre car la table est fixe par rapport au sol.

Dans le référentiel Terrestre le mouvement est rectiligne uniforme :

- On peut aligner les différents points (centre du mobile) avec le bord d'une règle ;
- Les distances parcourues en des intervalles de temps égaux sont identiques.

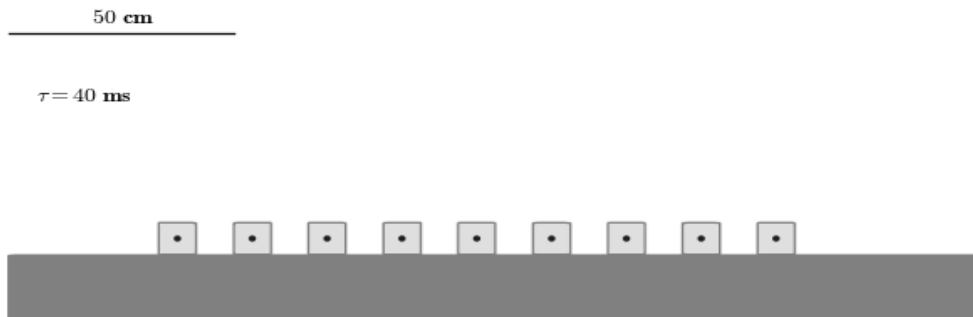


Figure 5

Application

Sur la figure 6 un petit objet est propulsé grâce à une fronde. Le système étudié est le petit objet et le référentiel est Terrestre. Décrire le mouvement.

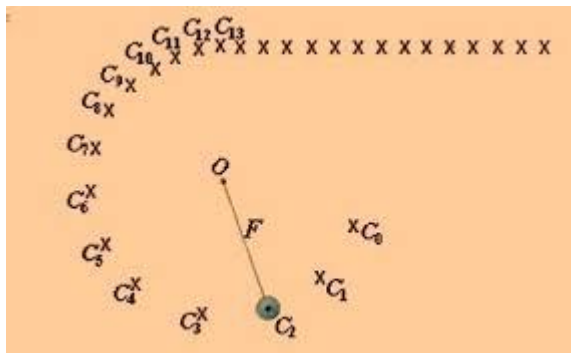


Figure 6

Entre les points C_0 et C_{13} le mouvement est circulaire décéléré :

- Circulaire la distance OC reste constante,
- Décéléré car les distances parcourues, en des intervalles de temps égaux, diminuent.

Au-delà de C_{13} le mouvement est rectiligne uniforme :

- Rectiligne car on peut aligner les différents points avec le bord d'une règle,
- Uniforme car les distances parcourues, en des intervalles de temps égaux, sont constantes.

Quelques mots clefs utilisables

- Uniforme, accéléré et décéléré
- Rectiligne, circulaire et curviligne
- Droite, cercle et courbe quelconque

d. Vecteur déplacement

Sur la figure 7, on observe la trajectoire (courbe rouge en pointillés) d'un papillon. En simplifiant grossièrement on peut dire que le papillon a parcouru 7 m sur une ligne droite (en jaune) inclinée de 30° par rapport à l'horizontale. Le sens du parcours est celui de la flèche.

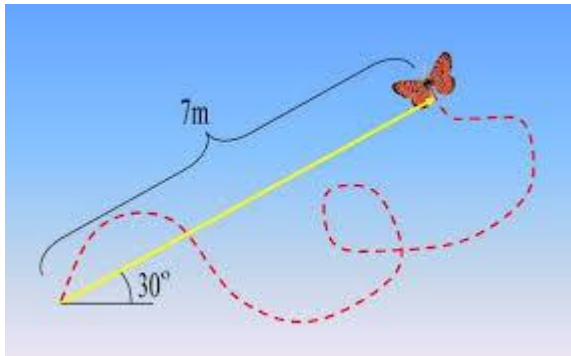


Figure 7

Le vecteur déplacement est un vecteur qui va du départ vers l'arrivée.

La figure 8, ci-dessous, montre que le vecteur déplacement ne dépend pas du chemin suivi pour aller du point M vers le point M'.

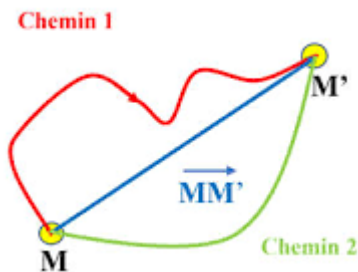


Figure 8

Remarque

Les vecteurs déplacement s'additionnent par la relation de Chasles :

$$\overrightarrow{AC} = \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} . \text{ (voir figure 9)}$$

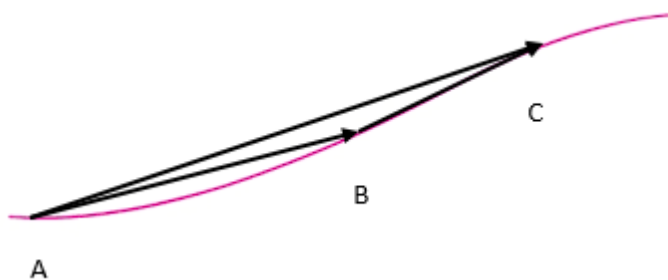


Figure 9

2. Vitesses d'un système

a. Vitesses moyenne et instantanée

Considérons un mouvement quelconque (voir figure 10) sur la trajectoire $\mathcal{C}$.

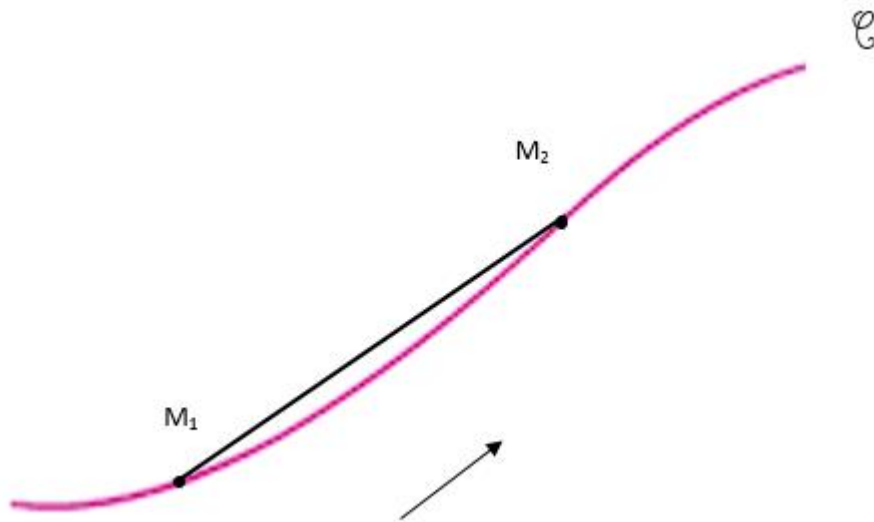


Figure 10

La vitesse moyenne entre les points M_1 (instant t_1) et M_2 (instant t_2) est par définition égale à la distance parcourue, le long de la trajectoire, entre les deux points divisée par la durée $\Delta t = t_2 - t_1$:

$$V_{\text{moy}} = \frac{M_1 M_2}{\Delta t}$$

$M_1 M_2$: distance parcourue en mètres (m)

Δt : durée en secondes (s)

V_{moy} : vitesse moyenne en mètres par seconde (m.s^{-1})

En principe la distance $M_1 M_2$ est mesurée le long de la courbe, ce qui n'est pas toujours facile à évaluer, on se contente souvent de la distance mesurée en ligne droite.

Si Δt est petite le point M_2 est très proche du point M_1 , dans ce cas on parle de vitesse instantanée au point M_1 et on la note V_1 .

Remarque

Les compteurs de vitesse des véhicules indiquent une vitesse instantanée.

b. Vecteur vitesse moyenne et vecteur vitesse instantanée

Sur la figure 11 ci-dessous sont représentés des vecteurs vitesse. Dans la partie supérieure de la photographie, un vecteur vitesse moyenne (en orange) colinéaire et de même sens que le vecteur déplacement (en bleu). Si les deux points sont très proches on parle de vecteur vitesse instantanée (en orange sur la partie inférieure).

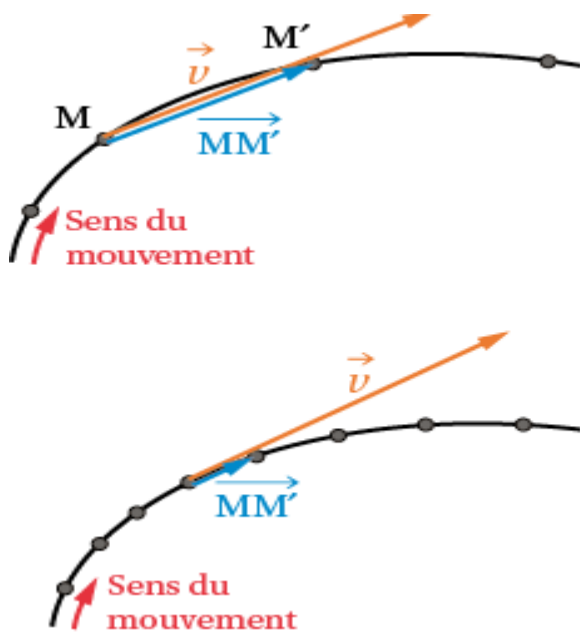


Figure 11

Le vecteur vitesse moyenne entre M et M' est défini par

$$\overrightarrow{v_{\text{moy}}} = \frac{\overrightarrow{MM'}}{\Delta t}$$

$\overrightarrow{MM'}$: vecteur déplacement entre M et M'

Δt : durée $t' - t$

$\overrightarrow{v_{\text{moy}}}$: vecteur vitesse moyenne entre M et M'

Le vecteur vitesse instantanée au point M est défini par

$$\vec{v} = \frac{\overrightarrow{MM'}}{\Delta t}$$

$\overrightarrow{MM'}$: petit vecteur déplacement entre M et M'

Δt : durée $t' - t$ extrêmement petite

$\vec{v}$: vecteur vitesse instantanée au point M

Remarques

- On ne met pas les unités pour les vecteurs mais seulement pour leur valeurs (normes)
- Le vecteur vitesse instantanée au point M est relié à la possibilité pour le mobile de partir en ligne droite si les forces appliquées étaient supprimées après le point M
- La valeur de $\vec{v}$ est bien entendu égale à v
- En mathématiques la valeur du vecteur $\vec{v}$ se note $||\vec{v}||$, cette dernière notation n'est pas très employée en physique (trop longue à écrire si on utilise beaucoup de vecteurs).

Exercices

N°	5	page	160
N°	9	page	161
N°	11	page	161
N°	13	page	161
N°	17	page	162
N°	19	page	162
N°	27	page	164
N°	30	page	165
N°	31	page	165