



A. Mouvement d'un système

1. Système ponctuel

Un **système** est une partie de l'Univers dont on fait l'étude.

Un système est composé d'une infinité de points dont on peut étudier le mouvement individuellement, mais cela serait beaucoup trop long et complexe. Pour **simplifier nos études** de mouvements, nous modéliserons donc chaque système par un **point**. Cette modélisation entraîne la **perte d'informations**, qui ne sont pas importantes (forme, taille, couleur, rotation de l'objet sur lui-même, etc.) pour l'étude du mouvement.

Un système en mouvement peut être caractérisé par deux échelles :

- une **échelle spatiale**, permettant de décrire la **position du système**;
- une **échelle temporelle**, permettant d'associer chaque position du système à un **instant t** .

Ces repères permettent de déterminer la **position**, la **vitesse** et l'**accélération** du système à n'importe quel instant t , par rapport au référentiel choisi.

2. Référentiel

Le **référentiel** est un point de l'Univers, par rapport auquel on étudie le mouvement d'un système.

Exemples de référentiels couramment utilisés :

Référentiel	Point de référence	Utilisé pour étudier le mouvement de
Terrestre	La surface de la Terre	Balle en chute libre, voiture, train, etc.
Géocentrique	Le centre de la Terre	Lune, satellites artificiels, ISS, etc.
Héliocentrique	Le centre du Soleil	Planètes de notre Système Solaire, etc.

3. Relativité du mouvement

Le choix d'un référentiel peut changer la façon dont on **perçoit le mouvement**.

Exemple : Une vache peut-elle être à la fois immobile et en mouvement ?

Le train (S_1) **avance à vitesse constante** par rapport au référentiel terrestre (R_2).

La vache (S_2) est **immobile** par rapport au référentiel terrestre (R_2).

La vache (S_2) **avance à vitesse constante** par rapport au référentiel du train (R_1).



Système S_1 ou référentiel R_1 : train avançant à vitesse constante en ligne droite

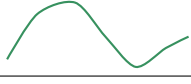
Système S_2 : une des deux vaches immobiles

Référentiel R_2 : référentiel terrestre

B. Trajectoires

Lors d'un mouvement dans un référentiel donné, l'ensemble des positions occupées par un point du système s'appelle la **trajectoire**.

Exemples de mouvements et trajectoires particuliers :

Nature du mouvement	Rectiligne (translation)	Circulaire	Curviligne
Trajectoire			
Nom de la trajectoire	Droite	Cercle	Courbe

C. Vecteur vitesse

1. Vecteur déplacement

Un **vecteur** est un outil de modélisation mathématique très utilisé en physique. Un vecteur possède 4 caractéristiques : sa **direction**, son **sens**, sa **norme** et son **point d'application**.

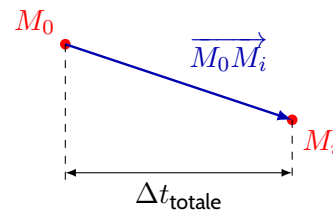
- **Direction** : la direction suit la droite selon laquelle le vecteur s'applique (*ex : direction verticale*)
- **Sens** : le sens oriente le vecteur sur cette droite (*ex : vers la gauche*)
- **Norme** : la norme est la valeur numérique et l'unité associée s'il y en a une (*ex : 10 cm ou 10 N*)

Le **vecteur déplacement** entre deux positions M_0 et M_i , d'un mouvement rectiligne se note $\overrightarrow{M_0M_i}$:

Direction : identique à celle du segment M_0M_i

Sens : de M_0 vers M_i

Norme : distance M_0M_i



2. Vecteur vitesse moyenne

Le **vecteur vitesse moyenne** $\vec{v}_{moy}$ décrit le mouvement rectiligne global d'un point entre les positions de départ M_0 et d'arrivée M_n , pendant une durée totale Δt_{totale} .

Vecteur vitesse moyenne

$$\vec{v}_{moy} = \frac{\overrightarrow{M_0M_n}}{\Delta t_{totale}}$$

$\vec{v}_{moy}$: vecteur vitesse moyenne, de norme v_{moy} en m s^{-1}

$\overrightarrow{M_0M_n}$: vecteur déplacement entre M_0 et M_n , de norme M_0M_n en m

Δt_{totale} : durée totale du déplacement, en s

- **Direction** : identique à celle du segment M_0M_n
- **Sens** : de la position M_0 vers la position M_n
- **Norme** : v_{moy}

Le calcul de la vitesse moyenne est très imprécis. Il ne donne pas d'informations sur la vitesse, qui peut varier au cours du trajet.

3. Chronophotographie et vecteur vitesse

Pour étudier le vecteur vitesse d'un système en mouvement, on fait appel à la technique de la **chronophotographie** : des photographies sont prises à intervalles réguliers, puis fusionnées pour obtenir une image faisant

apparaître la position du système à des instants régulièrement espacés dans le temps. La **durée** Δt entre 2 positions du système est **constante** (réglée sur l'appareil photographique). La **distance** entre 2 positions du système **peut varier**.



Chronophotographie d'une balle de tennis roulant sur une table noire

Les **vecteurs vitesse** $\vec{v}_i$ décrivent le mouvement d'un point entre deux positions successives M_{i-1} et M_{i+1} , pendant une durée très courte $2 \times \Delta t = t_{i+1} - t_{i-1}$. Le mouvement peut être décrit par une **infinité de vecteurs vitesse** entre le point de départ M_0 et le point d'arrivée M_n . On peut approcher le vecteur vitesse de la façon suivante :

Vecteur vitesse

$$\vec{v}_i \approx \frac{\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}}{2 \times \Delta t} \quad \text{avec } i \geq 1 \text{ et entier}$$

$\vec{v}_i$: vecteur vitesse au point M_i , de norme v_i en m s^{-1}

$\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}$: vecteur déplacement entre M_{i-1} et M_{i+1} , de norme $M_{i-1}M_{i+1}$ en m

Δt : durée entre deux positions successives, en s

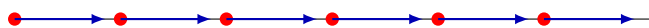
- **Direction** : tangente au mouvement
- **Sens** : dans le sens du mouvement
- **Norme** : v_i

Exemple : Pour tracer le vecteur vitesse $\vec{v}_2$ au point M_2 , il faut mesurer la distance M_1M_3 puis calculer la vitesse

$$v_2 = \frac{M_1M_3}{2 \times \Delta t}$$

4. Caractéristiques du vecteur vitesse

- Un mouvement rectiligne dont l'ensemble des vecteurs $\vec{v}_i$ sont égaux est **uniforme**. La valeur de la vitesse est alors constante.



Mouvement rectiligne uniforme : les vecteurs vitesse ne varient pas (mêmes caractéristiques).

- Un mouvement rectiligne dont l'ensemble des vecteurs $\vec{v}_i$ ne sont pas égaux est **non uniforme**. La valeur de la vitesse augmente (mouvement accéléré) ou diminue (mouvement décéléré).



Mouvement rectiligne non uniforme : les vecteurs vitesse changent de norme (la direction et le sens ne changent pas).

	La valeur de $\vec{v}$ change	La valeur de $\vec{v}$ ne change pas
La direction de $\vec{v}$ change	non rectiligne et non uniforme	non rectiligne et uniforme
La direction de $\vec{v}$ ne change pas	rectiligne et non uniforme	rectiligne et uniforme



Attendus – Ce que je dois connaître

Grandeurs et unités

Vitesse v , en m s^{-1} Distance d , en mDurée Δt , en s

Formules

Vecteur déplacement, $\overrightarrow{M_0 M_i}$ Vecteur vitesse moyenne, $\vec{v}_{\text{moy}} = \frac{\overrightarrow{M_0 M_i}}{\Delta t_{\text{totale}}}$ Vecteur vitesse, $\vec{v}_i \approx \frac{\overrightarrow{M_{i-1} M_{i+1}}}{2 \times \Delta t}$

Définitions

Système

Référentiel

Relativité d'un mouvement

Description du mouvement d'un système

Position

Trajectoire d'un point

Direction / Sens / Norme d'un vecteur

Vecteur déplacement

Vecteur vitesse moyenne

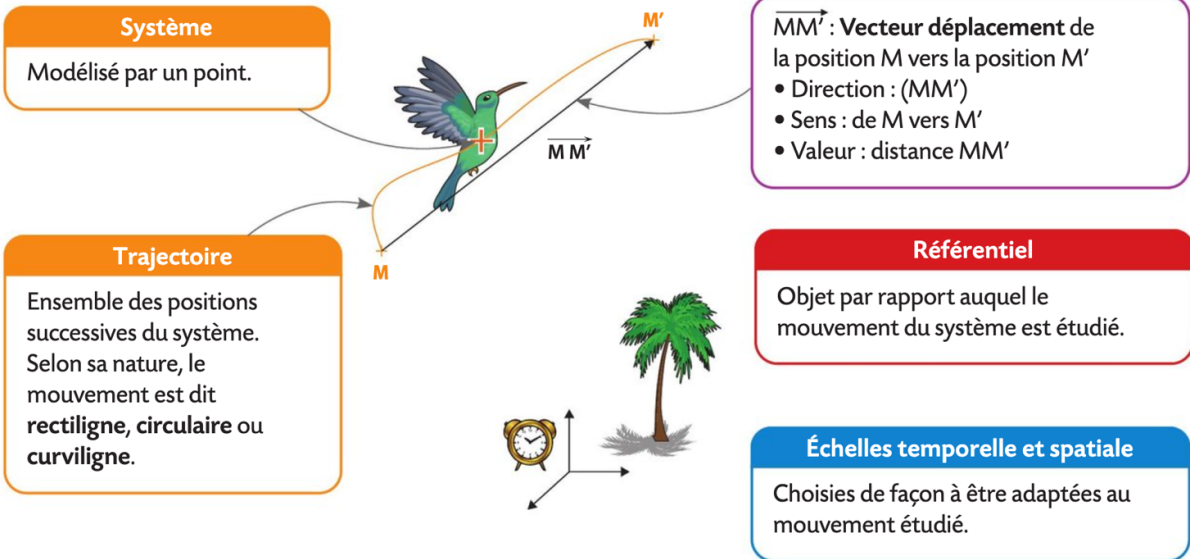
Vecteur vitesse d'un point



Attendus – Ce que je dois savoir faire

Capacités à maîtriser	Exercices et activités associées
Identifier les échelles temporelles et spatiales de description d'un mouvement	Activité 1 Exercice 3
Choisir un référentiel pour décrire le mouvement d'un système	Activité 1 Exercice 5
Expliquer, dans le cas d'une translation, l'influence du choix du référentiel sur la description du mouvement d'un système	Activité 1 Exercice 9
Décrire le mouvement d'un système par celui d'un point	Activité 1 Exercice 7
Caractériser différentes trajectoires	Activité 1 Exercice 9, 21
Définir le vecteur vitesse d'un point	Activité 1 Exercice 13, 25
Approcher le vecteur vitesse d'un point à l'aide du vecteur déplacement et le représenter	Activité 1 Exercice 11, 21
Caractériser un mouvement rectiligne uniforme ou non uniforme	Activité 1 Exercice 3, 19

1 Le déplacement d'un système



2 La vitesse d'un système

Le mouvement est **relatif** : il dépend du **référentiel**.

Dans un référentiel donné, l'**évolution du vecteur vitesse** dans le temps permet de décrire le mouvement.

Vecteur vitesse moyenne $\vec{v}_{\text{moy}}$ entre deux positions M et M'

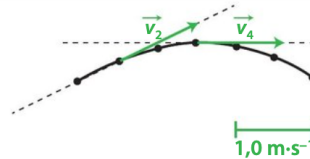
$$\vec{v}_{\text{moy}} = \frac{\vec{MM'}}{\Delta t} \text{ avec la durée } \Delta t = t_{M'} - t_M$$

Vecteur vitesse $\vec{v}$ du système au point M de la trajectoire

Si Δt est **très courte**, $\vec{v}$ est assimilé à $\vec{v}_{\text{moy}}$.

Représentation du vecteur vitesse en un point

$\vec{v}$ {
direction : tangente à la trajectoire
sens : celui du mouvement
valeur : celle de la vitesse, en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$



Le vecteur vitesse est représenté à l'aide d'une **échelle** adaptée.

	et si la valeur de $\vec{v}$ change :	et si la valeur de $\vec{v}$ ne change pas :
Si la direction de $\vec{v}$ change,	alors le mouvement est non rectiligne et non uniforme .	alors le mouvement est non rectiligne et uniforme .
Si la direction de $\vec{v}$ ne change pas,	alors le mouvement est rectiligne et non uniforme .	alors le mouvement est rectiligne et uniforme .