

1 Le déplacement d'un système

a. Système et référentiel

A Référentiel d'étude



> Le mouvement d'un point du système {cavalière} s'étudie dans un référentiel terrestre, par exemple celui lié à l'obstacle.

L'objet dont on étudie le mouvement est appelé le **système**.

Le mouvement d'un système est toujours décrit par rapport à un objet de référence, appelé **référentiel**.

- Les positions successives du système au cours du temps sont déterminées dans un **repère d'espace** ; le temps est mesuré à l'aide d'une **horloge**. L'association du repère et de l'horloge constitue le **référentiel** (photographie **A**).

Les échelles temporelle et spatiale de description doivent être adaptées au mouvement étudié.

Exemple : Mouvement d'une plaque tectonique par rapport à une plaque adjacente

Choix d'échelles temporelle et spatiale	
adaptées	non adaptées
Année et centimètre	Million d'années et centimètre
Million d'années et kilomètre	Année et kilomètre

- Pour simplifier, au lycée, on se limite à l'étude d'un seul point du système.

La description du mouvement d'un système modélisé par un point entraîne une perte d'informations lorsque les dimensions du système ne sont pas négligeables devant les distances intervenant dans l'étude.

Exemple : Le rayon de la trajectoire de la Terre autour du Soleil est beaucoup grand que celui de la Terre (schéma **B**). La modélisation de la Terre par son centre C permet de décrire son mouvement autour du Soleil, mais pas la rotation de la Terre sur son axe.

B Mouvement de la Terre autour du Soleil



> La Terre a un rayon de $6,4 \times 10^3$ km. Sa trajectoire autour du Soleil a un rayon de $1,5 \times 10^8$ km.

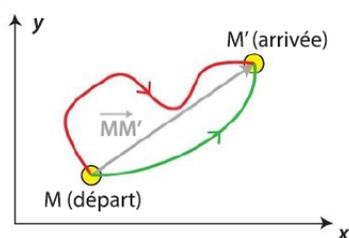
b. Trajectoire

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

Le **mouvement** du système est :

- **rectiligne** si sa trajectoire est une portion de droite ;
- **circulaire** si sa trajectoire est une portion de cercle ;
- **curviligne** dans les autres cas.

C Vecteur déplacement du système



> Que le système suive la **trajectoire 1** ou la **trajectoire 2** entre M et M', le vecteur déplacement entre ces deux points est toujours $\overrightarrow{MM'}$.

c. Vecteur déplacement

Lorsqu'un système se déplace entre deux positions notées M et M', on peut définir un **vecteur déplacement** que l'on note $\overrightarrow{MM'}$.

Ce vecteur a pour :

- **direction** : la droite (MM') ;
- **sens** : celui du mouvement (de M vers M') ;
- **valeur** : la distance séparant les points M et M'.

Le vecteur déplacement définit le plus court chemin d'un point à un autre. Cependant, ce chemin n'est pas toujours celui suivi par le système (schéma **C**).

2 La vitesse d'un système

a. Vecteur vitesse moyenne

Dans un référentiel donné, entre les positions M et M' , le vecteur vitesse moyenne \vec{v}_{moy} du système est le rapport du vecteur déplacement $\overrightarrow{MM'}$ par la durée Δt du parcours :

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

Le vecteur vitesse moyenne est indépendant de la trajectoire du système entre M et M' . Il est colinéaire au vecteur déplacement $\overrightarrow{MM'}$ et de même sens.

b. Vecteur vitesse en un point

• Au cours d'un mouvement, la vitesse peut évoluer en sens, en direction et en valeur. La notion de vitesse moyenne ne permet pas de le savoir.

Le **vecteur vitesse** \vec{v} en un point de la trajectoire est assimilé au vecteur vitesse moyenne obtenu pour une durée Δt extrêmement courte. Le vecteur vitesse en M s'écrit alors :

$$\vec{v} = \frac{\overrightarrow{MM'}}{\Delta t} \text{ avec } \Delta t \text{ extrêmement courte}$$

Le vecteur vitesse \vec{v} du système en un point a pour :

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

• Plus la durée Δt est courte, meilleure est l'approximation $\vec{v} = \frac{\overrightarrow{MM'}}{\Delta t}$.

Exemple :

Pour la durée $(t_6 - t_1)$, le vecteur déplacement de la grenouille du schéma **D** n'est pas tangent à la trajectoire. Lorsque la durée devient **courte**, le vecteur déplacement devient tangent à la trajectoire (par exemple $\overrightarrow{M_1M_2}$). Le vecteur vitesse est alors tangent à la trajectoire.

• Sur un schéma à l'échelle (schéma **D**), la longueur (en cm) du segment fléché représentant le vecteur \vec{v} est proportionnelle à sa valeur (en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$).

c. Relativité et nature du mouvement

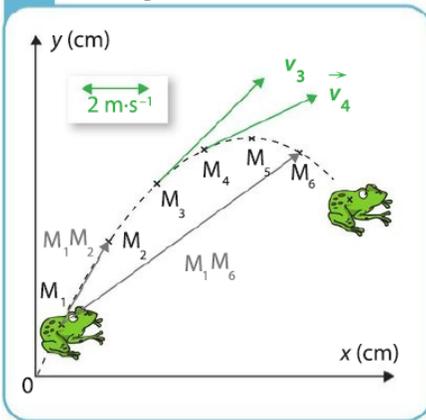
Le mouvement d'un système dépend du **référentiel** utilisé pour le décrire. On dit que le mouvement est **relatif**.

• Dans un référentiel donné, l'évolution dans le temps du vecteur vitesse du système permet de décrire son mouvement (schémas **E**).

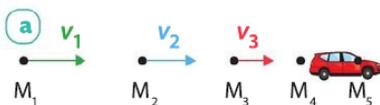
• Si le vecteur vitesse a sa **direction** qui reste la même au cours du temps, alors le mouvement est **rectiligne**.

• Si le vecteur vitesse a sa **valeur** qui reste la même au cours du temps, alors le mouvement est **uniforme**.

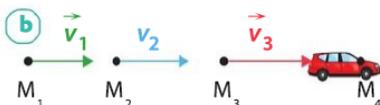
D Trajectoire et vecteur vitesse d'une grenouille



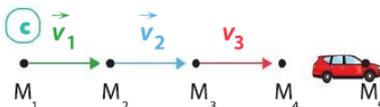
E Évolution du vecteur vitesse d'une voiture en mouvement rectiligne



> La valeur du vecteur vitesse diminue : le mouvement rectiligne du système {voiture} est **décéléré**.



> La valeur du vecteur vitesse augmente : le mouvement rectiligne du système {voiture} est **accélééré**.

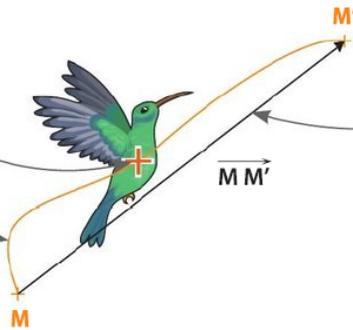


> La valeur du vecteur vitesse reste la même : le mouvement rectiligne du système {voiture} est **uniforme**.

1 Le déplacement d'un système

Système

Modélisé par un point.

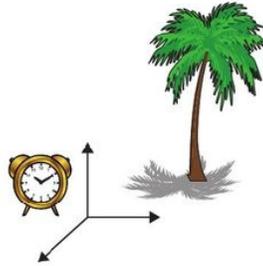


$\vec{MM'}$: Vecteur déplacement de la position M vers la position M'

- Direction : (MM')
- Sens : de M vers M'
- Valeur : distance MM'

Trajectoire

Ensemble des positions successives du système. Selon sa nature, le mouvement est dit **rectiligne**, **circulaire** ou **curviligne**.



Référentiel

Objet par rapport auquel le mouvement du système est étudié.

Échelles temporelle et spatiale

Choisies de façon à être adaptées au mouvement étudié.

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}_{moy} entre deux positions M et M'

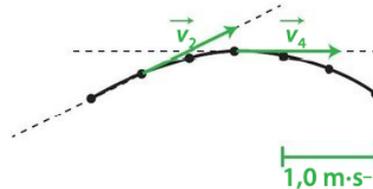
$$\vec{v}_{\text{moy}} = \frac{\vec{MM'}}{\Delta t} \text{ avec la durée } \Delta t = t_{M'} - t_M$$

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

Si Δt est très courte, \vec{v} est assimilé à \vec{v}_{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 .