

FICHE DE COURS

Mouvement et forces

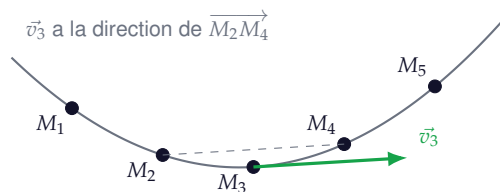
Vecteur vitesse, vecteur variation de vitesse et lien avec la somme des forces

1. Vecteur vitesse

On modélise le système par un **point matériel** M . Entre deux positions voisines M_{i-1} et M_{i+1} , séparées de la durée 2τ , le **vecteur vitesse** en M_i est approché par :

$$\vec{v}_i \approx \frac{\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}}{2\tau}$$

Il est **tangent à la trajectoire**, orienté dans le sens du mouvement, et sa valeur s'exprime en m/s.



Exemple : Sur une chronophotographie de durée $\tau = 40$ ms entre deux positions, on mesure $M_2M_4 = 6,0$ cm.

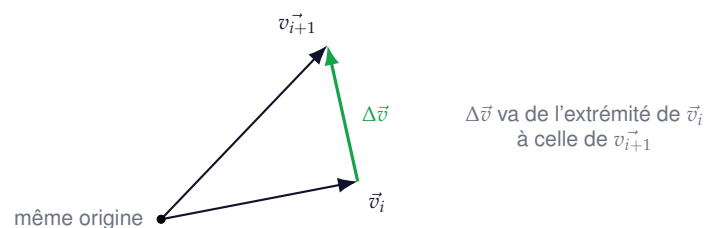
$$v_3 = \frac{M_2M_4}{2\tau} = \frac{6,0 \times 10^{-2}}{2 \times 40 \times 10^{-3}} = 0,75 \text{ m/s}$$

2. Vecteur variation de vitesse

Entre deux instants voisins, le **vecteur variation de vitesse** est :

$$\Delta\vec{v} = \vec{v}_{i+1} - \vec{v}_i$$

Il se construit géométriquement : on reporte $\vec{v}_{i+1}$ et $\vec{v}_i$ à partir d'une **même origine**, puis $\Delta\vec{v}$ est le vecteur qui va de **l'extrémité de $\vec{v}_i$ à l'extrémité de $\vec{v}_{i+1}$** .



Erreur classique : $\Delta\vec{v}$ n'est pas dirigé dans le sens du mouvement. Il peut être perpendiculaire à la vitesse (mouvement circulaire uniforme), voire opposé (freinage en ligne droite).

3. Lien entre variation de vitesse et forces

Pour un système de masse m modélisé par un point matériel, entre deux instants voisins séparés de Δt :

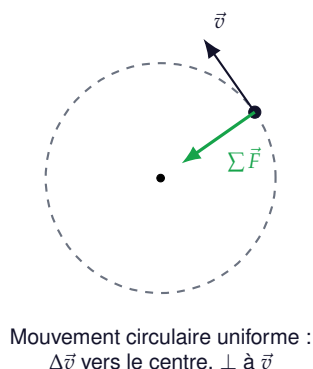
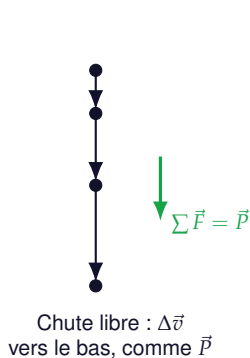
$$\sum \vec{F} \approx m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Cette relation approchée, qui préfigure la **deuxième loi de Newton**, se lit dans les deux sens :

- les forces étant connues, on **prévoit** la variation de vitesse : $\Delta \vec{v} \approx \frac{\sum \vec{F}}{m} \Delta t$;
- le mouvement étant connu, on **remonte** à la somme des forces.

Conséquence majeure : $\Delta \vec{v}$ et $\sum \vec{F}$ ont **même direction et même sens**.

Rôle de la masse. À somme des forces égale, plus la masse est **grande**, plus la variation de vitesse est **faible** : la masse mesure l'**inertie** du système, c'est-à-dire sa résistance au changement de vitesse.



Exemple : Une balle de masse $m = 58 \text{ g}$ passe de $\vec{v}_i$ (valeur 12 m/s) à $\vec{v}_{i+1}$ de même direction et de sens opposé (valeur $9,0 \text{ m/s}$) lors d'un rebond de durée $\Delta t = 25 \text{ ms}$. En orientant l'axe dans le sens de $\vec{v}_{i+1}$: $\Delta v = 9,0 - (-12) = 21 \text{ m/s}$.

$$\sum F \approx m \frac{\Delta v}{\Delta t} = 58 \times 10^{-3} \times \frac{21}{25 \times 10^{-3}} = 49 \text{ N}$$

Cette force, dirigée comme $\Delta \vec{v}$, est exercée par le mur ; elle est bien supérieure au poids de la balle ($0,57 \text{ N}$).

4. Méthode d'étude d'un mouvement

1. **Définir le système** étudié et le référentiel d'étude.
2. **Faire le bilan des forces** extérieures appliquées (poids, réaction du support, frottements, tension d'un fil...) et les représenter sur un schéma.
3. **Construire** $\Delta \vec{v}$ à partir de deux vecteurs vitesse successifs.
4. **Comparer** la direction et le sens de $\Delta \vec{v}$ à ceux de $\sum \vec{F}$: ils doivent coïncider.

5. **Calculer** la grandeur cherchée avec $\sum \vec{F} \approx m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$.

Trois cas particuliers à reconnaître immédiatement :

- $\sum \vec{F} = \vec{0}$: alors $\Delta \vec{v} = \vec{0}$, le vecteur vitesse est **constant** — mouvement rectiligne uniforme (ou repos) ;
- $\sum \vec{F}$ colinéaire à $\vec{v}$: la **valeur** de la vitesse change, pas la direction — mouvement rectiligne accéléré ou freiné ;
- $\sum \vec{F}$ perpendiculaire à $\vec{v}$: la **direction** change, pas la valeur — mouvement circulaire uniforme.

Vitesse : $\vec{v}_i \approx \frac{\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}}{2\tau}$, tangente à la trajectoire.

Variation de vitesse : $\Delta \vec{v} = \vec{v}_{i+1} - \vec{v}_i$, construite à partir d'une origine commune.

Relation clé : $\sum \vec{F} \approx m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ — $\Delta \vec{v}$ et $\sum \vec{F}$ sont **toujours** de même sens.

Masse : plus elle est grande, plus le système est **inerte** (difficile à faire changer de vitesse).