1 Le vecteur vitesse

a. Valeur du vecteur vitesse

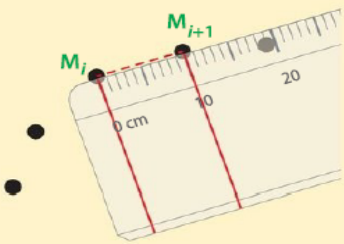
Le système est considéré comme ponctuel.

Dans un référentiel donné, la valeur v_i de la vitesse du système dans la position M_i est **assimilée** à la valeur de la vitesse moyenne du système entre deux positions très proches M_i et M_{i+1}.

$$v_i = \frac{M_iM_{i+1}}{(t_{i+1} - t_i)}$$

Longueur du segment $[M_iM_{i+1}]$ en m

Durée très courte du parcours entre M_i et M_{i+1} en s



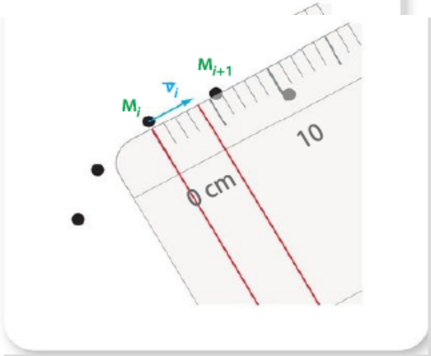
Point maths

Pour déterminer la longueur du segment fléché qui représente le vecteur vitesse $\vec{v}_i$ ayant pour valeur $v_i = 2,0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, on utilise une échelle (par exemple $1,0\ \text{cm} \leftrightarrow 0,5\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$).
La longueur ℓ du segment fléché $\vec{v}_i$ est obtenue par une relation de proportionnalité :
$0,5\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ est représenté par $1,0$ cm.
$2,0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ sont donc représentés par ℓ cm avec

$$= \frac{2,0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1} \times 1,0\ \text{cm}}{0,5\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}} \quad \text{soit}$$

$= 4,0$ cm

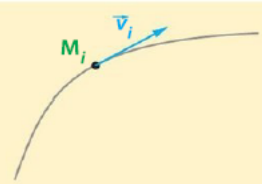
La longueur du segment fléché est de 4,0 cm.



b. Caractéristiques du vecteur vitesse

Le vecteur vitesse $\vec{v}$ en un point de la trajectoire est assimilé au vecteur vitesse moyenne obtenu pour une durée Δt extrêmement courte : $\vec{v}_i = \dfrac{\overrightarrow{M_iM_{i+1}}}{(t_{i+1} - t_i)}$.
Lorsque la durée est suffisamment courte, le vecteur déplacement devient tangent à la trajectoire. **Le vecteur vitesse est alors tangent à la trajectoire**.

Le vecteur vitesse $\vec{v}_i$ est défini par :
- sa **direction** : tangente à la trajectoire ;
- son **sens** : celui du mouvement ;
- sa **valeur** : celle de la vitesse en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.



Pour représenter le vecteur vitesse, on utilise une échelle adaptée de valeur de vitesse (**Point maths**).

2 Le vecteur variation de vitesse

Lors d'un mouvement, le vecteur vitesse $\vec{v}$ d'un système peut varier en **direction**, en **sens** ou en **valeur**. Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ du système n'est alors pas égal au vecteur **nul** (schéma A).

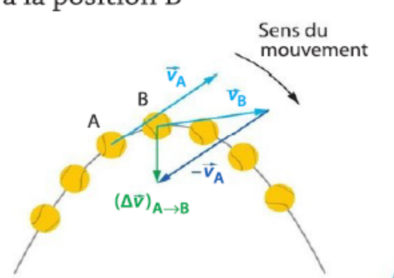
Le **vecteur variation de vitesse** $\Delta\vec{v}$ d'un système en mouvement entre les positions M_i et M_j est défini par :

$$(\Delta\vec{v})_{i\to j} = \vec{v}_j - \vec{v}_i$$

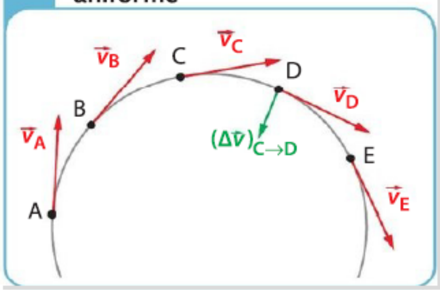
Exemple
Lors d'un mouvement circulaire uniforme, la valeur de la vitesse du système est constante mais le vecteur vitesse varie en direction car la trajectoire n'est pas rectiligne. Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ n'est pas égal au vecteur nul (schéma B).

A Vecteur variation de vitesse

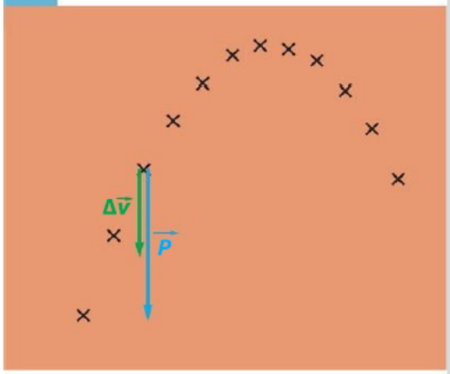
$(\Delta\vec{v})_{A\to B} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$ est tracé à la position B



B Mouvement circulaire uniforme

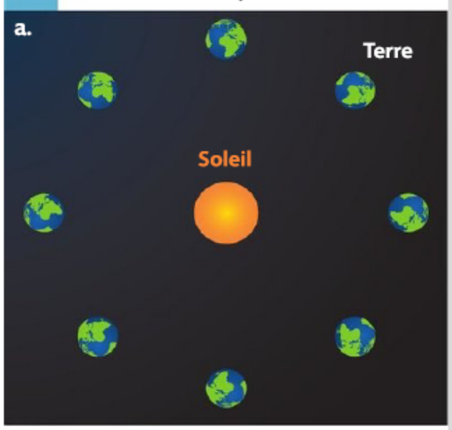


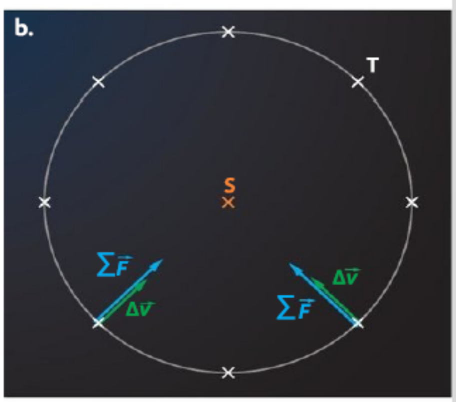
C Mouvement de chute libre



> La somme des forces, ici égale au poids de la balle, et le vecteur variation de vitesse sont verticaux et orientés vers le bas.

D Mouvement circulaire uniforme : a. schématisation de la situation ; b. modélisation





> La somme des forces, ici égale à la force exercée par le Soleil sur la Terre, et le vecteur variation de vitesse sont dirigés vers le centre de la trajectoire.

3 La somme des forces appliquées au système

On a vu en classe de Seconde qu'une force peut modifier le vecteur vitesse d'un système, plus ou moins fortement selon la masse de ce système.

Dans un référentiel donné, si un système de masse m constante est soumis à une ou plusieurs forces constantes, le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ de ce système pendant la **durée très courte** Δt et la somme de ces forces $\Sigma\vec{F}$ sont reliés de **façon approchée** par :

m en kg

Valeur en $m \cdot s^{-1}$

Valeur en newton N → $\Sigma\vec{F} = m\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$

Δt en s

Ces deux vecteurs sont donc **colinéaires** et de même sens.

Exemples

– Lors du mouvement de chute libre d'une balle, $\Sigma\vec{F}$ est égale au poids $\vec{P}$ de direction verticale, et orientée vers le bas (vers le centre de la Terre).
Le vecteur variation de vitesse de la balle est alors lui aussi vertical et orienté vers le bas (schéma **C**).

– Lors du mouvement supposé circulaire et uniforme de la Terre autour du Soleil, $\Sigma\vec{F}$ est égale à la force d'attraction gravitationnelle $\vec{F}_{S/T}$ de direction la droite (ST), et orientée de la Terre vers le Soleil.
Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ de la Terre est alors lui aussi dans la direction de (ST) et orienté vers le Soleil (schéma **D**).

Vocabulaire

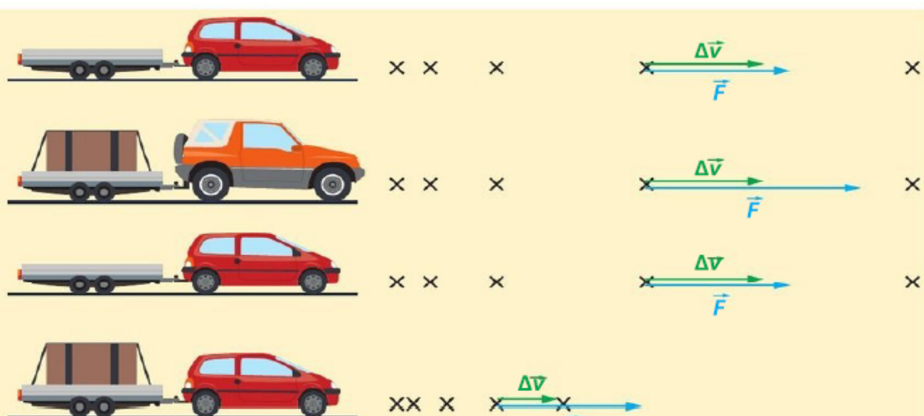
La somme vectorielle des forces qui s'exercent sur le système $\Sigma\vec{F}$ est également appelée **résultante des forces**.

4 Le rôle de la masse du système

D'après la relation approchée $\Sigma\vec{F} = m\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$:

Plus la masse d'un système est grande, plus il est difficile de modifier le mouvement de ce système.

- Afin d'obtenir la **même variation de vitesse** $\Delta\vec{v}$ pour deux systèmes de masses différentes, il faut exercer sur le système de plus grande masse une somme des forces $\Sigma\vec{F}$ de plus **grande** valeur.
- Si on exerce la **même somme des forces** $\Sigma\vec{F}$ sur deux systèmes de masses différentes, plus la masse du système est grande, plus la valeur de son vecteur variation de vitesse est **petite**.

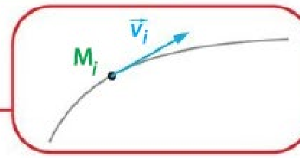


*** L’essentiel ***

1 Le vecteur vitesse

Vecteur vitesse du système

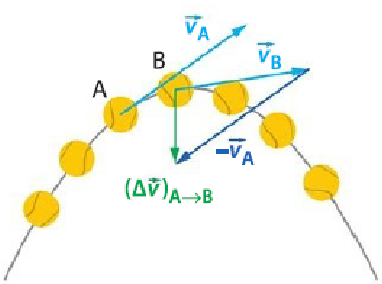
- **Direction** : La tangente à la trajectoire
- **Sens** : Celui du mouvement
- **Valeur** :
  - Valeur moyenne de la vitesse du système entre deux instants très rapprochés, t_i et t_{i+1}
  - v_i en $\mathrm{m \cdot s^{-1}}$ → $v_i = \dfrac{M_iM_{i+1}}{(t_{i+1} - t_i)}$; M_iM_{i+1} : distance en m ; t en s
- **Exemple de tracé**



2 Le vecteur variation de vitesse

Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ d’un système en mouvement entre les positions M_i et M_{i+1}, est défini par :

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

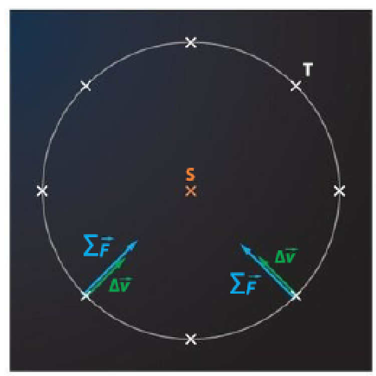


3 La somme des forces appliquées au système

Dans un référentiel donné :

$$\Sigma\vec{F} = m\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

- m : Masse constante du système
- $\Sigma\vec{F}$: Somme des forces appliquées au système
- $\Delta\vec{v}$: Variation du vecteur vitesse du système
- Δt : Durée entre deux instants voisins



Conséquence : $\Delta\vec{v}$ et $\Sigma\vec{F}$ sont colinéaires et de même sens.

4 Le rôle de la masse du système

D’après la relation approchée $\Sigma\vec{F} = m\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$:

Plus la masse m du système est élevée, plus la valeur de la somme des forces $\Sigma\vec{F}$ doit être élevée pour faire varier le vecteur $\vec{v}$.

Pour une même valeur de la somme des forces $\Sigma\vec{F}$ appliquées au système, la variation du vecteur vitesse est d’autant plus faible que la masse m du système est élevée.