Chapitre 7: Mouvement d'un système

I- Quelques rappels de seconde…

Mouvement :

LES ACQUIS INDISPENSABLES

- Une **action mécanique** correspond à l'**action d'un système extérieur sur le système étudié.** Elle peut s'exercer à **distance** ou être de contact.
- On modélise une action mécanique par une **force** représentée par un vecteur $\vec{F}_{\text{syst. ext./syst. étudié}}$ dont on précise les caractéristiques : l'**origine**, la **direction**, le **sens** et la **valeur** en Newton (N).

Modélisation

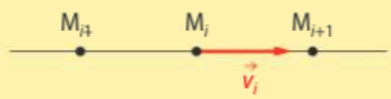
La pomme est modélisée par un point M.

L'action de la Terre sur la pomme est modélisée par la force $\vec{F}_{\text{Terre/pomme}}$ égale au poids $\vec{P}$ de la pomme.

- direction : verticale
- sens : vers le bas
- valeur : $P = m \cdot g$

- Si on décompose la trajectoire d'un point en une succession de positions à intervalle de temps régulier Δt : M_0, M_1, … M_{i-1}, M_i, M_{i+1}, le **vecteur vitesse** $\vec{v}_i$ en M_i est défini à partir du vecteur déplacement $\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}$ par :

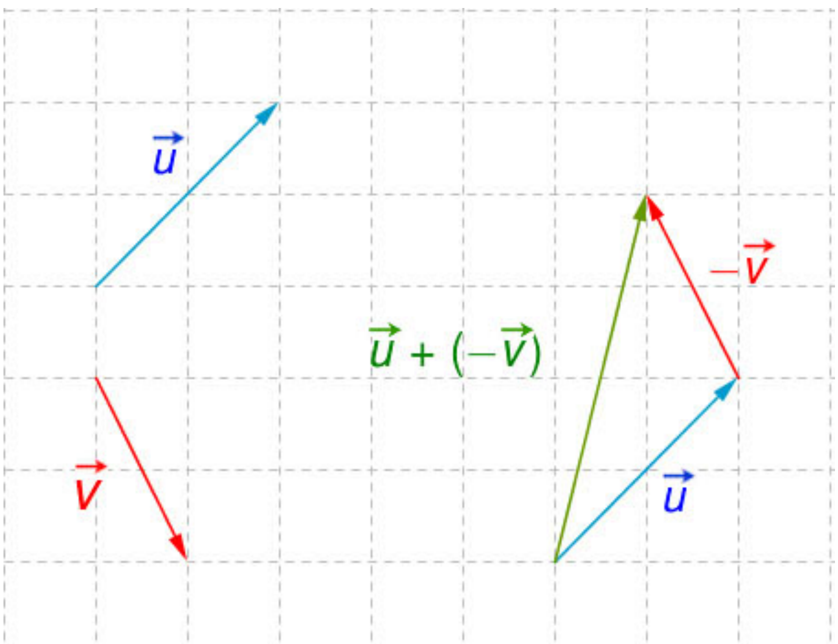
$$\vec{v}_i = \frac{\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}}{2 \cdot \Delta t}$$



- Principe d'inertie

$\Sigma\vec{F} = \vec{0}$ $\Leftrightarrow$ $\vec{v} = \vec{0}$ ou $\vec{v}$ **est constant** $\Delta\vec{v} = \vec{0}$

Capacités mathématiques : Sommer et soustraire des vecteurs.



Animation : Addition et soustraction de vecteurs :

https://www.youphysics.education/fr/grandeurs-scalaires-et-vectorielles/somme-de-vecteurs-animation/

II- Le vecteur vitesse

1- Valeur du vecteur vitesse

On considère un système comme ponctuel.

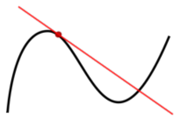
Dans un référentiel donné, la valeur de la vitesse v_i du système dans la position M_i est assimilée à la valeur de la vitesse moyenne du système entre deux positions M_{i-1} et M_{i+1} :

$$v_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{t_{i+1}-t_{i-1}} = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\Delta t}$$

2- Caractéristiques du vecteur vitesse

Le vecteur vitesse $\overrightarrow{v_i}$ en un point de la trajectoire est assimilé au vecteur vitesse moyenne obtenu pour une durée Δt extrêmement courte :

$$\overrightarrow{v_i} = \frac{\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}}{t_{i+1}-t_{i-1}} = \frac{\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}}{2\Delta t}$$

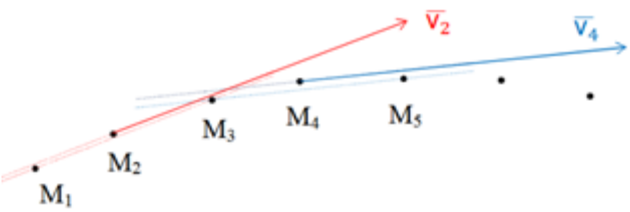
Lorsque la durée est suffisamment courte, le vecteur déplacement $\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}$ devient tangent à la trajectoire. Le vecteur vitesse $\overrightarrow{v_i}$ est alors tangent (droite qui « touche » la courbe au plus près au voisinage de ce point ) à la trajectoire.

Le vecteur vitesse $\overrightarrow{v_i}$ en un point i est défini par :

- Son origine : le point M_i
- Sa direction : tangente à la trajectoire
- Son sens : celui du mouvement
- Sa valeur : celle de la vitesse en $m.s^{-1}$

Pour représenter le vecteur vitesse, on doit utiliser une échelle adaptée.

Exemple :



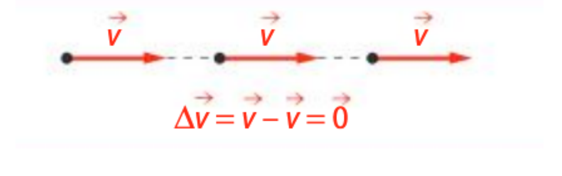
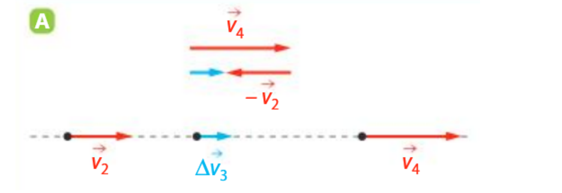
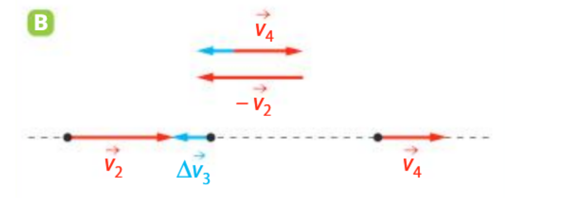
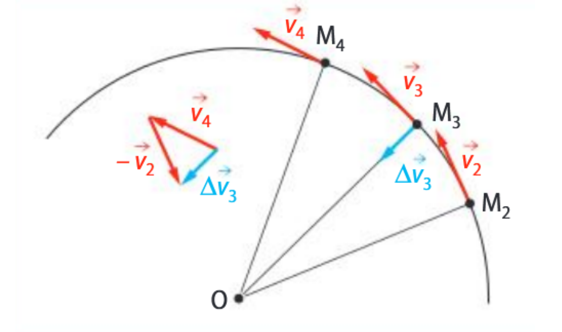
$$\vec{v}_4 = \frac{\overrightarrow{M_3M_5}}{t_5 - t_3}$$

III- 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 $\Delta\overrightarrow{v_i}$ d'un système en mouvement entre deux positions M_{i-1} et M_{i+1} est défini par la relation suivante :

$$\Delta\overrightarrow{v_i} = \overrightarrow{v_{i+1}} - \overrightarrow{v_{i-1}}$$

Exemples :

Mouvement rectiligne uniforme		Le vecteur variation de vitesse $\overrightarrow{\Delta v}$ est nul. $\overrightarrow{\Delta v} = \vec{0}$
Mouvement rectiligne accéléré		Le vecteur variation de vitesse $\overrightarrow{\Delta v}$ est dans le sens du mouvement.
Mouvement rectiligne ralenti		Le vecteur variation de vitesse $\overrightarrow{\Delta v}$ est dans le sens opposé au mouvement.
Mouvement circulaire uniforme		Le vecteur variation de vitesse $\overrightarrow{\Delta v}$ est tangent à la trajectoire.

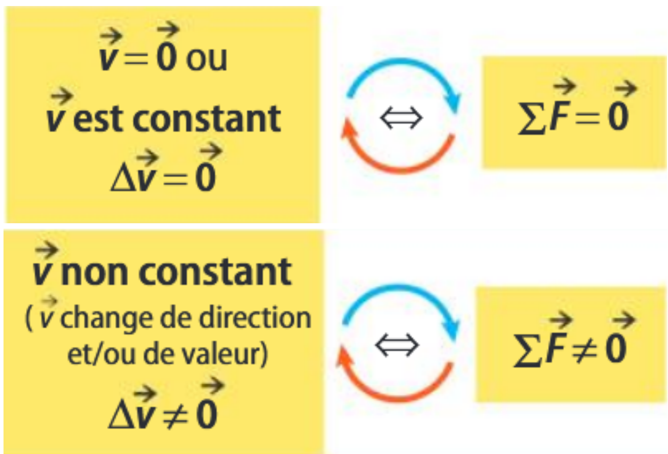
IV- La somme des forces appliquées au système

1- Le principe d'inertie

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

D'après le principe d'inertie, si la variation du vecteur vitesse est nulle alors la somme des forces qui modélisent les actions mécaniques s'exerçant sur le système est nulle.

Ainsi, si la variation du vecteur vitesse est non nulle alors la somme des forces qui modélisent les actions mécaniques s'exerçant sur le système est non nulle.



Vocabulaire

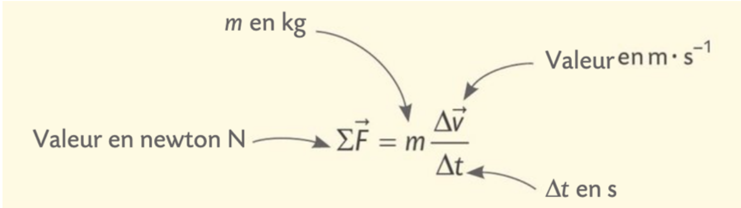
La somme vectorielle des forces qui s'exercent sur le système $\Sigma\vec{F}$ est également appelée **résultante des forces**.

2- Lien entre somme des forces et variation du vecteur vitesse

Lors de la construction du vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v_i}$ en un point Mi et la résultante (somme) des forces $\Sigma\vec{F}$, on constate que ces deux vecteurs sont de même direction et de même sens. Leurs valeurs sont proportionnelles.

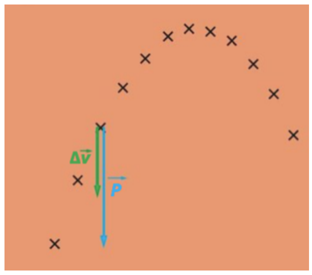
Dans un référentiel donné, si un système de masse m constante est soumis à une ou plusieurs forces constantes, le vecteur variation de vitesse $\overrightarrow{\Delta v}$ de ce système pendant une durée très courte Δt et la somme des forces $\Sigma\vec{F}$ sont reliés de façon approchée par la relation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

Ces deux vecteurs sont colinéaires (se situant sur une même ligne ou sur des lignes parallèles) et de même sens.

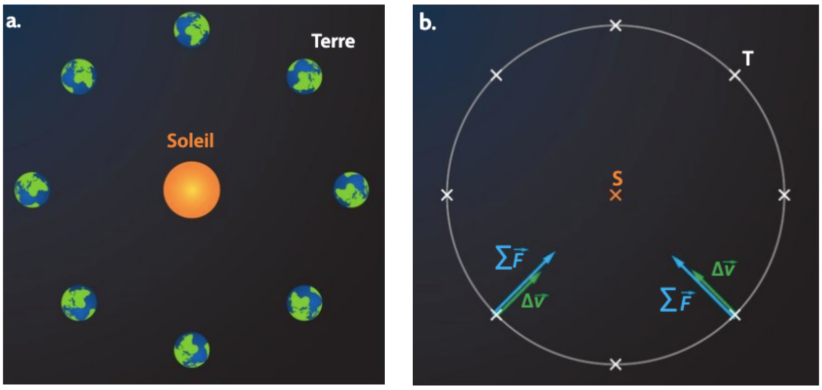


Exemples :

- Lors d'un 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 $\overrightarrow{\Delta v}$ de la balle est alors lui aussi vertical et orienté vers le bas.



- Lors d'un 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).

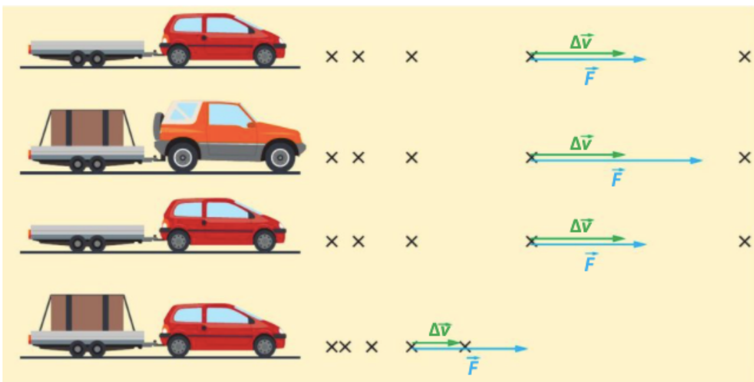


La somme des forces, ici égale à la force exercée par le Soleil sur la Terre, et le vecteur variation de vitesse son dirigés vers le centre de la trajectoire.

V- Le rôle de la masse du système

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

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** $\overrightarrow{\Delta v}$ 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**.