Activité cours- Mouvements d'un système

I/ LE VECTEUR VITESSE

A/ VALEUR DU VECTEUR VITESSE EN UN POINT

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 entre deux positions très proches encadrant M_i soit M_{i-1} et M_{i+1}.

$$\boxed{v_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}}$$

Exemple : *la valeur de la vitesse v_3 en un point M_3 est donnée par la relation* $v_3 = \frac{M_2M_4}{t_4 - t_2}$

B/ CARACTERISTIQUES DU VECTEUR VITESSE

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

$$\boxed{\vec{v}_i = \frac{\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}}{t_{i+1} - t_{i-1}}}$$

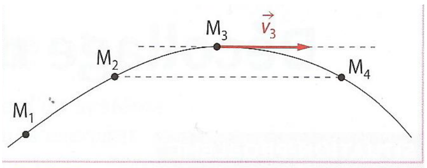


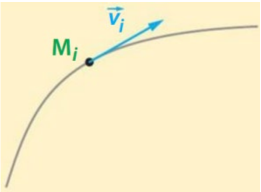
FIG. 1 Le vecteur vitesse au point M_3 est défini par $\vec{v}_3 = \frac{\overrightarrow{M_2M_4}}{2 \cdot \Delta t}$, tangent à la trajectoire.

Lorsque la durée est suffisamment courte, le vecteur déplacement devient tangent à la trajectoire. **Le vecteur vitesse est alors tangent à la trajectoire. (FIG. 1)**

Exemple : *le vecteur vitesse $\vec{v}_3$ au point M_3 est donnée par la relation* $\vec{v}_3 = \frac{\overrightarrow{M_2M_4}}{t_4 - t_2} = \frac{\overrightarrow{M_2M_4}}{2 \times \Delta t}$

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 $m.s^{-1}$



II/ VECTEUR VARIATION DE VITESSE

A/ DEFINITION

Pour traduire la variation (de **valeur**, de **direction** ou de **sens**) de la vitesse en un point M_i, on peut construire le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}_i$ au point M_i en l'encadrant par les points M_{i-1} et M_{i+1}.

Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}_i$ en M_i est défini par : $\boxed{\Delta\vec{v}_i = \vec{v}_{i+1} - \vec{v}_{i-1}}$

Exemple : *le vecteur variation de vitesse $\overrightarrow{\Delta v_3}$ au point M_3 est donnée par la relation*
$\overrightarrow{\Delta v_3} = \vec{v}_4 - \vec{v}_2$

B/ LIEN ENTRE VARIATION DE VITESSE ET MOUVEMENT

Si le vecteur vitesse reste constant, alors la variation de vitesse est nulle et le mouvement est rectiligne uniforme. **(FIG. 2)**

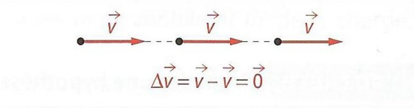
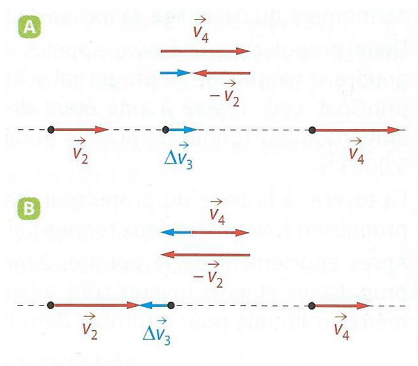


FIG. 2 Mouvement rectiligne uniforme.

Si le vecteur vitesse conserve sa direction mais change en valeur alors le mouvement est rectiligne non uniforme. **(FIG. 3)**



A mouvement rectiligne accéléré
B mouvement rectiligne ralenti
FIG. 3 Mouvement rectiligne non uniforme

Si le vecteur vitesse change en direction et en valeur alors le mouvement est curviligne. S'il change uniquement en direction, le mouvement est circulaire, $\Delta\vec{v}$ est dirigé vers le centre du cercle. **(FIG. 4)**

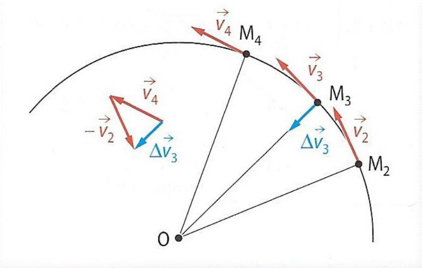


FIG. 4 Cas d'un mouvement circulaire uniforme.

III/ DE LA VARIATION DE VITESSE AUX FORCES

A/ PRINCIPE D'INERTIE

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. La réciproque est vraie. **(FIG. 5)**

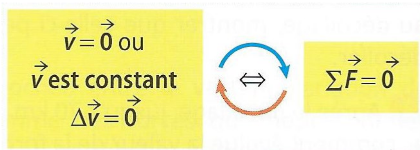


FIG. 5 Principe d'inertie.

D'après la contraposée du principe de l'inertie, 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. La réciproque est vraie. **(FIG. 6)**

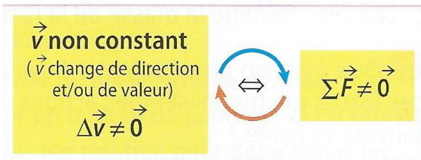


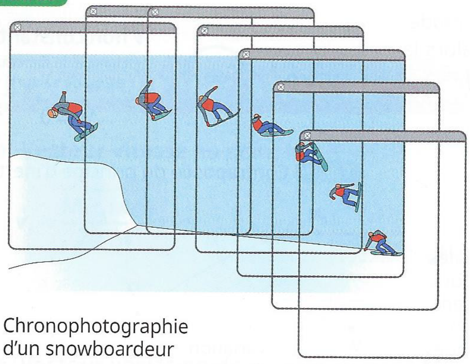
FIG. 6 Contraposée du principe d'inertie.

B/ LIEN ENTRE VARIATION DE VITESSE ET FORCES

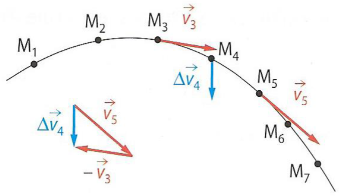
Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}_i$ construit à partir de deux vecteurs vitesses voisins au point M_i, a une direction et un sens particuliers.

La construction du vecteur somme des forces $\Sigma\vec{F}$ conduit à remarquer que $\Delta\vec{v}_i$ et $\Sigma\vec{F}$ ont même direction et même sens.

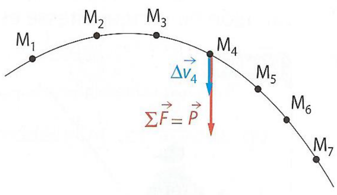
EXEMPLE



Chronophotographie d'un snowboardeur



Variation du vecteur vitesse au point M_3



Force modélisant l'action qui s'exerce sur le snowboardeur

L'action mécanique qui s'applique sur le snowboardeur au cours du mouvement étudié est celle de l'action de la Terre qui se modélise par le poids représenté par un vecteur vertical dirigé vers le bas. La construction du vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}_i$ conduit à constater que lui aussi est dirigé vers le bas selon la verticale.

Le vecteur somme des forces $\Sigma\vec{F}$ a même direction et même sens que le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$. Sa valeur est proportionnelle à la variation de vitesse. **(FIG. 7)**

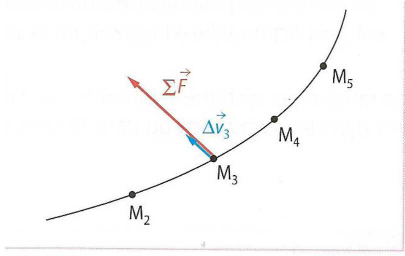


FIG. 7 Tracé du vecteur somme des forces. $\Sigma\vec{F}$ et $\Delta\vec{v}$ sont colinéaires et de même sens.

IV/ DES FORCES A LA VARIATION DE VITESSE

A/ SOMME VECTORIELLE DES FORCES

On modélise une action mécanique par une force représentée par un vecteur $\vec{F}_{syst.ext./syst.étudié}$ dont :

- **l'origine** est le point représentant le système ;
- **la direction** est celle de l'action mécanique ;
- **le sens** est celui de l'action mécanique ;
- **la longueur** est proportionnelle à **la valeur** en Newton (N).

Plusieurs actions mécaniques peuvent agir sur un système, chacun pouvant se modéliser par une force représentée par un vecteur.

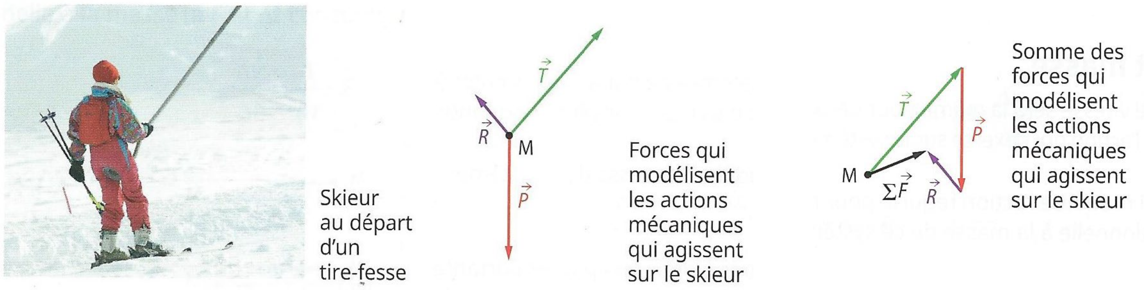
A partir du point M modélisant le système, on effectue la somme des forces. Elle se note $\boldsymbol{\Sigma\vec{F}}$ et se nomme aussi résultante des forces.

$\vec{P}$:

$\vec{R}$:

$\vec{T}$:

EXEMPLE



B/ LIEN ENTRE SOMME DES FORCES ET VARIATION DE VITESSE

D'après le principe d'inertie, si la somme des forces qui modélisent les actions mécaniques s'exerçant sur un système est nulle, alors, la variation du vecteur vitesse est nulle. La réciproque est vraie. **(FIG. 8)**

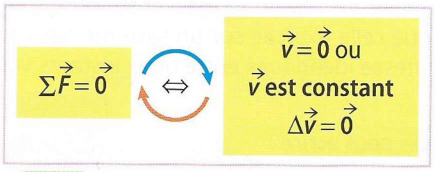


FIG. 8 Principe d'inertie.

D'après la contraposée du principe d'inertie, si la somme des forces qui modélisent les actions mécaniques s'exerçant sur le système est non nulle alors la variation du vecteur vitesse est non nulle. La réciproque est vraie. **(FIG. 9)**

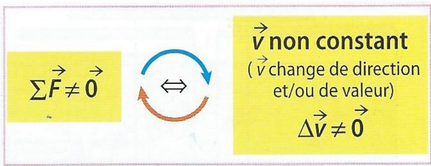
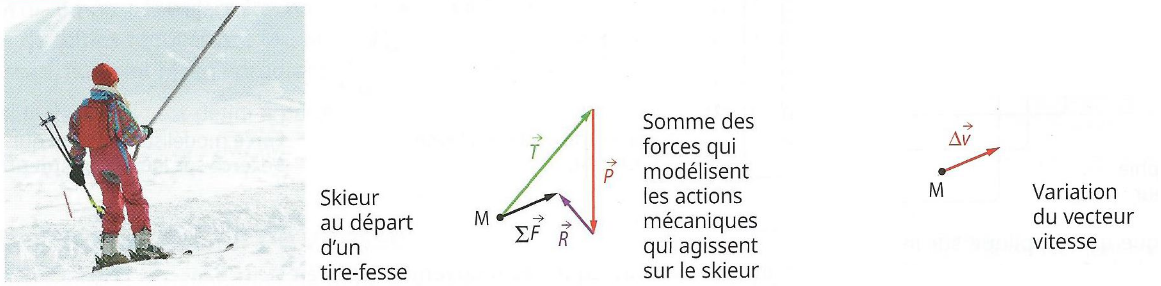


FIG. 9 Contraposée du principe d'inertie.

EXEMPLE



Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ est colinéaire et de même sens que le vecteur somme des forces $\Sigma\vec{F}$ à partir du point M.

> Le vecteur $\boldsymbol{\Delta\vec{v}}$ a même direction et même sens que le vecteur $\boldsymbol{\Sigma\vec{F}}$. Sa valeur est proportionnelle à la valeur de la somme des forces.

La vitesse du système augmente ou diminue selon que la somme des forces est dans le même sens ou dans le sens opposé au mouvement du système.

Chap. 10

IV/ ROLE DE LA MASSE

A/ VARIATION DE VITESSE ET MASSE

Si une même action s'exerce sur deux systèmes de masses différentes, le moins lourd subira la plus grande variation de vitesse pendant le même intervalle de temps. **(FIG. 10)**

La variation de vitesse d'un système durant un intervalle de temps est inversement proportionnelle à la masse de ce système soit :

$$\boxed{\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{1}{m} \times \Sigma \vec{F}}$$

FIG. 10 La vitesse de la boule augmenterait plus vite si elle était moins lourde, le lanceur exerçant la même action.

B/ FORCE ET MASSE

La variation de vitesse sera la même pour les deux systèmes de masses différentes à condition que l'action qui s'exerce sur le système le plus lourd soit plus importante. **(FIG. 11)**

La force qui modélise l'action requise pour modifier la vitesse d'un système est proportionnelle à la masse de ce système soit :

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

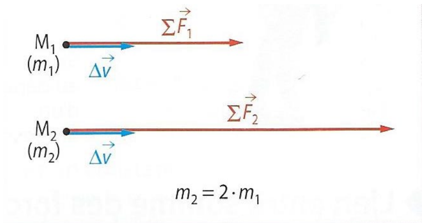


FIG11 Pour une variation de vitesse égale, l'action doit être plus importante sur l'objet le plus lourd.