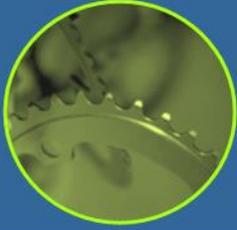


# Mouvement d'un système et forces

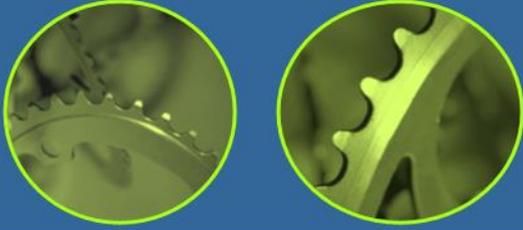
## Compétences :

- Utiliser la relation approchée entre la variation du vecteur vitesse d'un système modélisé par un point matériel entre deux instants voisins et la somme des forces appliquées sur celui-ci :
  - pour en déduire une estimation de la variation de vitesse entre deux instants voisins, les forces appliquées au système étant connues;
  - pour en déduire une estimation des forces appliquées au système, le comportement cinématique étant connu.

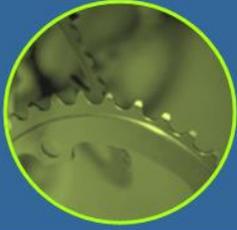


## Rappels de seconde

- L'objet dont on étudie le mouvement est le système,
- Un mouvement du système est décrit par un objet de référence : le référentiel,
- Le référentiel héliocentrique (défini par le centre du soleil et des étoiles lointaines) est galiléen. Il existe aussi le référentiel géocentrique, le référentiel terrestre
- Un système est en chute libre s'il n'est soumis qu'à son poids.



Trajectoire : c'est l'ensemble des positions successives occupées par le système au cours du mouvement et dépend du référentiel.



# I) Vitesse et variation de vitesse

## 1) Vecteur vitesse

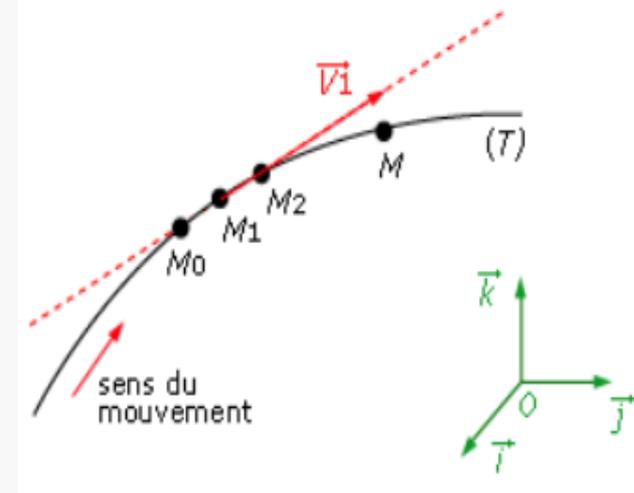
Dans un référentiel donné, le vecteur vitesse est défini par :

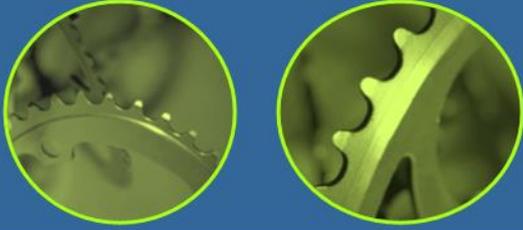
Origine : le point étudié, ici  $M_1$

Direction : tangent à la trajectoire

Sens : celui du mouvement

Norme : celle de la vitesse en m/s



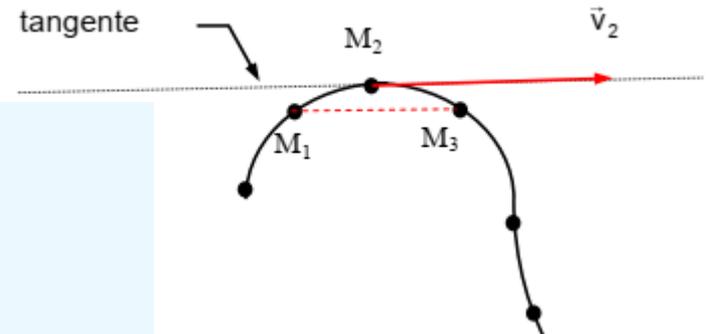


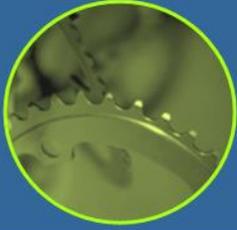
Au cours d'un mouvement  
la vitesse peut évoluer et la  
vitesse moyenne

ne permet pas de la savoir donc on utilise la  
vitesse instantanée :

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

( $\Delta t$  durée en seconde et la distance en  
mètre)



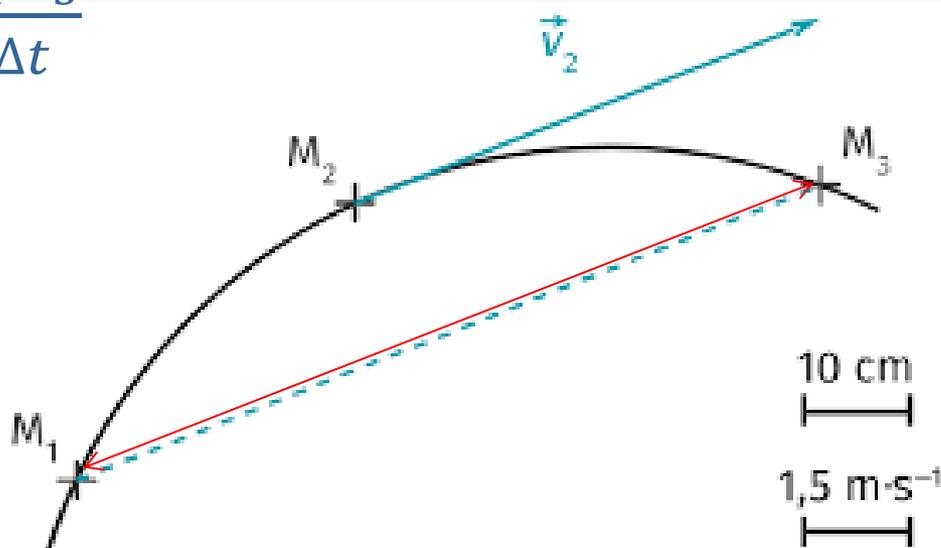


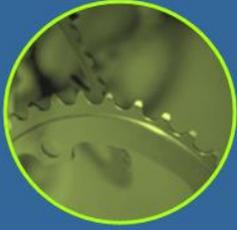
# Tracer le vecteur vitesse $v$

- On mesure  $M_1M_3$  avec sa règle
- La distance vaut 5,5 cm, ici 1 cm vaut 10 cm en réalité donc la distance réelle est de 55 cm.

la vitesse instantanée :

$$\vec{v}_2 = \frac{\overrightarrow{M_1M_3}}{2\Delta t}$$





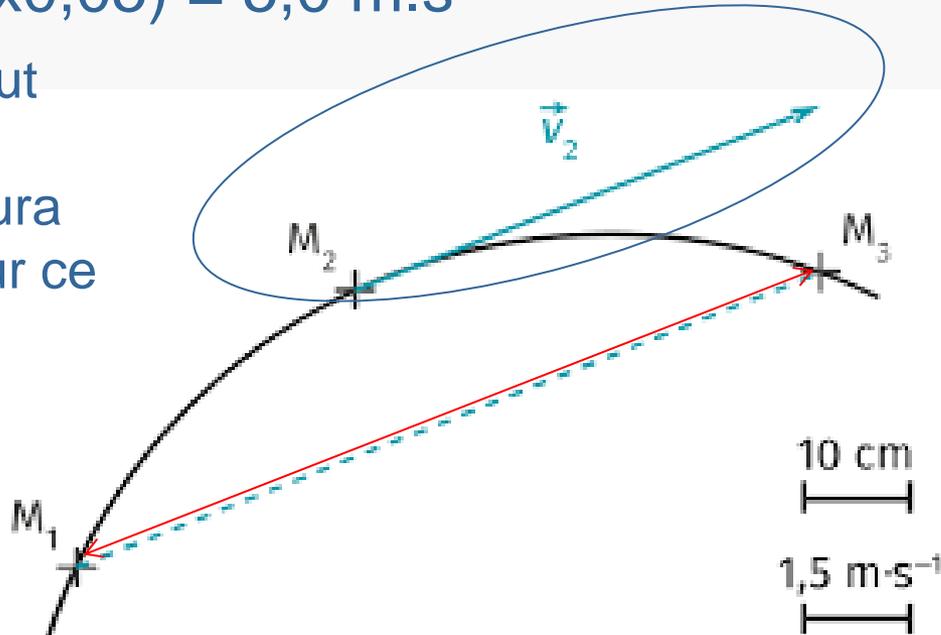
# Tracer le vecteur vitesse $v$

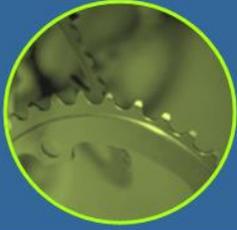
la vitesse instantanée :

$$\vec{v}_2 = \frac{\overrightarrow{M_1 M_3}}{2\Delta t}$$

Soit une durée de 0,05 seconde, la vitesse est de  $0,50/(2 \times 0,05) = 5,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Si 1 cm vaut  $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$   
Alors on aura 3,3 cm pour ce vecteur,

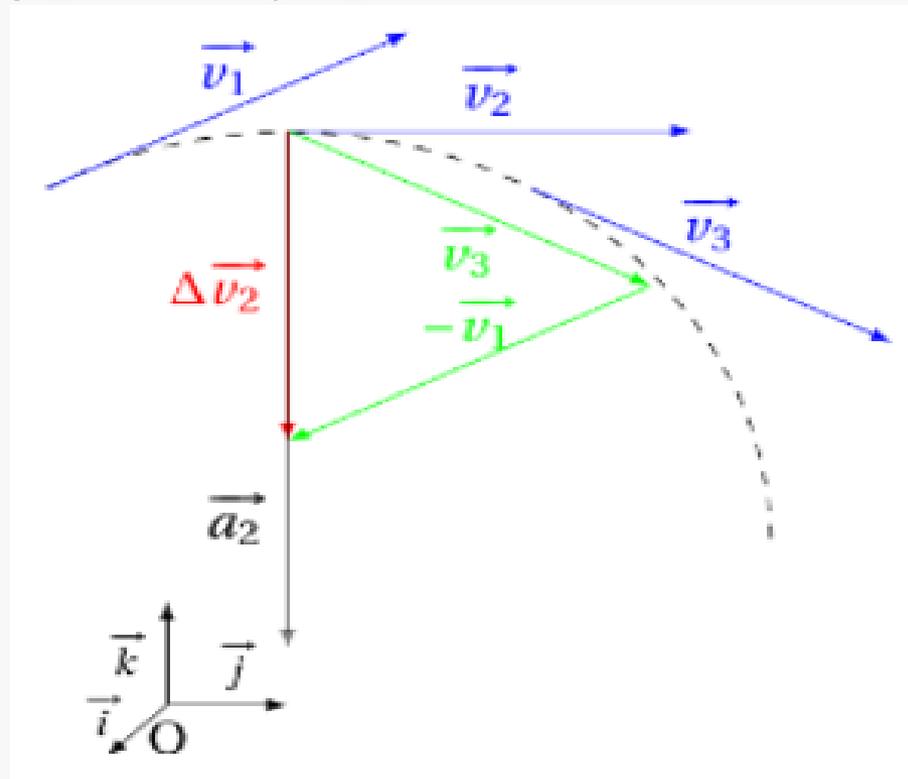


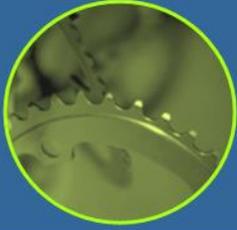


## 2) Variation de vitesse

Le vecteur variation de vitesse est défini

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

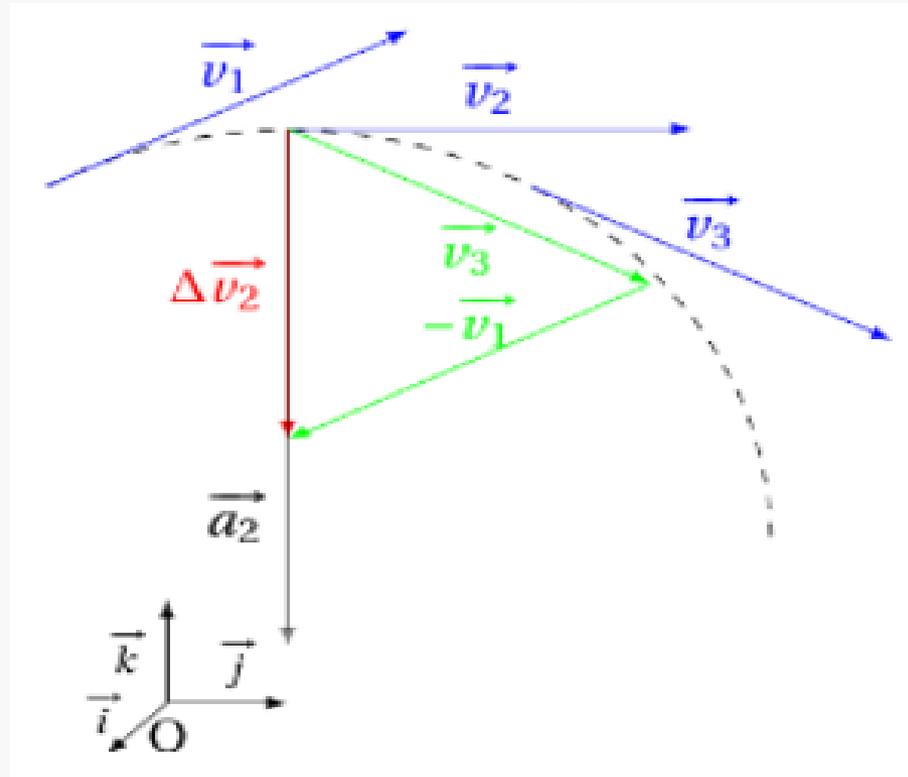


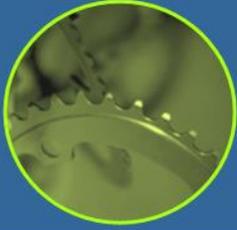


## 2) Variation de vitesse

Le vecteur variation de vitesse est défini par :  $\overrightarrow{\Delta v_2} = \overrightarrow{v_3} - \overrightarrow{v_1} = \overrightarrow{v_3} + (-\overrightarrow{v_1})$

On se place au point  $M_2$ ,  
On trace le vecteur  $\overrightarrow{v_3}$   
puis  $-\overrightarrow{v_1}$





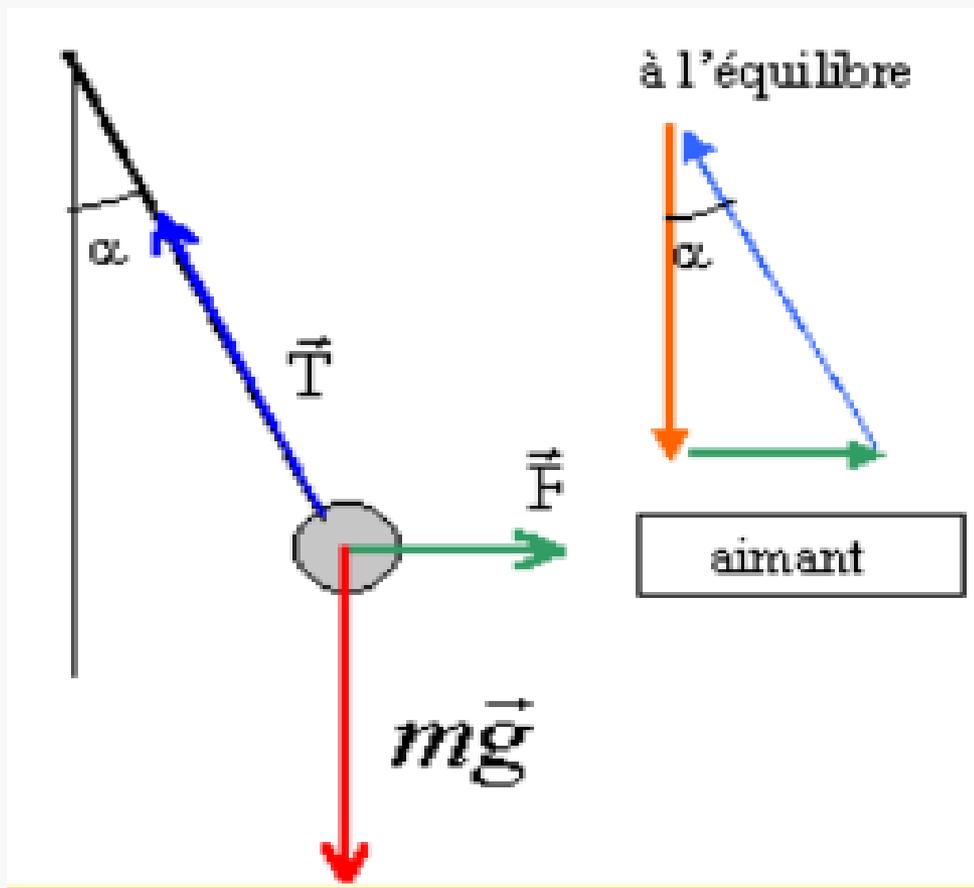
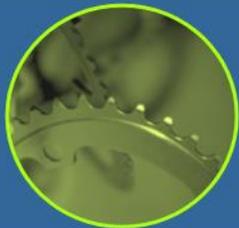
## II) Somme des forces appliquées à un système

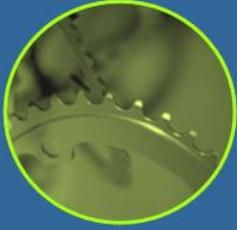
Une force s'exerçant sur un système peut modifier : la valeur de la vitesse, la direction de son mouvement.

Rappel :

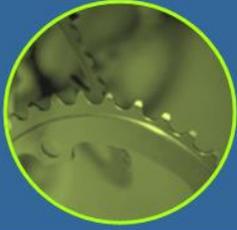
- origine : point représentant le système
- Direction : celle de l'action mécanique
- Sens : celui de l'action mécanique
- Longueur proportionnelle à la norme (ou valeur) en Newton

La somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un système s'écrit  $\Sigma \vec{F}$ . C'est un vecteur qui résulte de l'addition de tous les vecteurs forces.

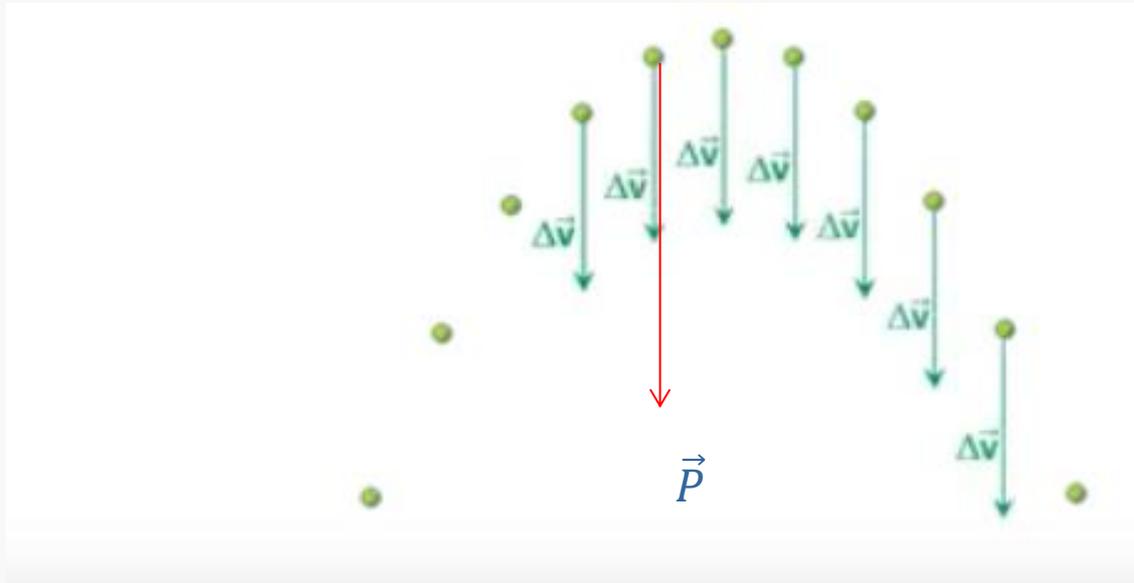




# **1) Première loi de Newton** **ou principe d'inertie**

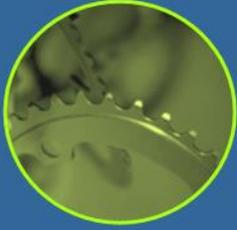


# Lancer parabolique d'une balle

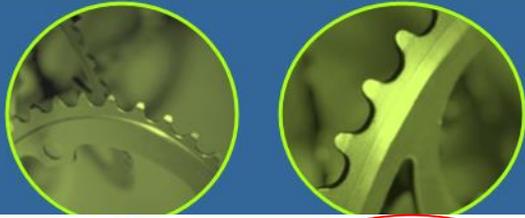


On s'aperçoit ici que la balle est soumise à son poids et que le vecteur variation de vitesse est colinéaire à celui ci et de même sens.

# 1) Première loi de Newton ou principe d'inertie

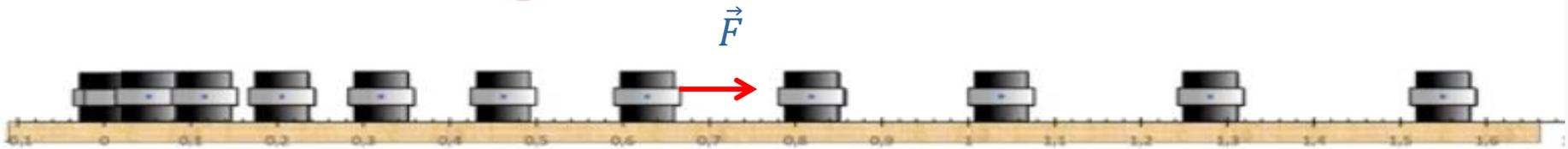


- Si  $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$  alors la vitesse n'est pas modifiée et  $\vec{v} = \vec{0}$
- Tout corps persévère dans un état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme en l'absence de forces ou si les forces qui s'exercent sur lui se compensent.
- Si le vecteur vitesse du centre d'inertie d'un système est un vecteur nul alors la somme vectorielle des forces qui s'exercent sur le système est nulle ( $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$ ), et réciproquement.



# expérience

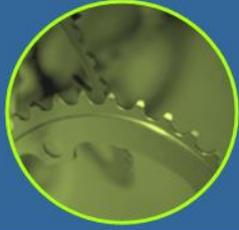
$m=250g$   $F=4N$



t(s)	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,24	0,28	0,32	0,36	0,4	0,44
x(m)	0,00	0,01	0,05	0,12	0,20	0,32	0,46	0,63	0,82	1,04	1,28	1,55
$v_x = v$ (m/s)	0,32	0,96	1,6	2,24	2,88	3,5	4,16	4,8	5,44	6,08	6,7	⊘
$\Delta v$ (m/s)	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,6	0,64	0,64	0,64	0,64	⊘	⊘
$\frac{\Delta v}{\Delta t}$ (m/s <sup>2</sup> )	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	⊘	⊘
$m \times \frac{\Delta v}{\Delta t}$	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	⊘	⊘

On utilise un palet autoporteur de masse 250g sur lequel on impose une force constante de 4N,

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

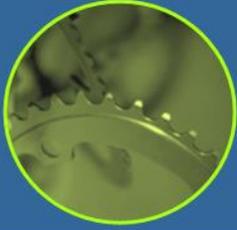


## 2) Valeur approchée de la deuxième loi de Newton

- Dans un référentiel galiléen (principe d'inertie vérifié, référentiel inertiel), la somme vectorielle des forces qui s'exercent sur un point matériel est proportionnelle à variation du vecteur vitesse du point matériel et de la masse  $m$  du système :

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

- La variation du vecteur vitesse et la somme des forces appliquées ont donc le même sens et la même direction.  
(  $F$  en Newton et  $m$  en kilogramme kg)



Rôle de la masse : Plus la masse d'un système est grande, plus il est difficile de modifier son mouvement.