



**COURS n°10**

« Etude du mouvement d'un système »

- Vecteur variation de vitesse.
- Lien 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.
- Réaliser et/ou exploiter une vidéo ou une chronophotographie d'un système modélisé par un point matériel en mouvement pour construire les vecteurs variation de vitesse. Tester la relation approchée entre la variation du vecteur vitesse entre deux instants voisins et la somme des forces appliquées au système.



**Comment décrire et prévoir le mouvement d'un « corps » ?**

Comment prévoir la trajectoire d'un corps en mouvement ?

La trajectoire d'un corps est .....

.....

.....

**I- Vers la seconde loi de Newton !**

**1- Déterminer le vecteur variation vitesse  $\Delta\vec{v}$  dans le cas d'une chute libre sans vitesse initiale ?**

**2- Déterminer le vecteur variation vitesse  $\Delta\vec{v}$  dans le cas d'une chute libre avec vitesse initiale ?**

Considérons une balle de masse  $m_b$  lancée dont on repère le centre d'inertie représenté par les points  $M_1, M_2, \dots$  à intervalle de temps  $\tau = 40 \text{ ms}$

L'objectif est de déterminer les vecteurs variation vitesse  $\Delta\vec{v}_2 = \vec{v}_3 - \vec{v}_1$  et  $\Delta\vec{v}_6 = \vec{v}_7 - \vec{v}_5$  de façon à étudier les variations du vecteur vitesse au cours du mouvement.

Echelle de la trajectoire  $y=f(x)$

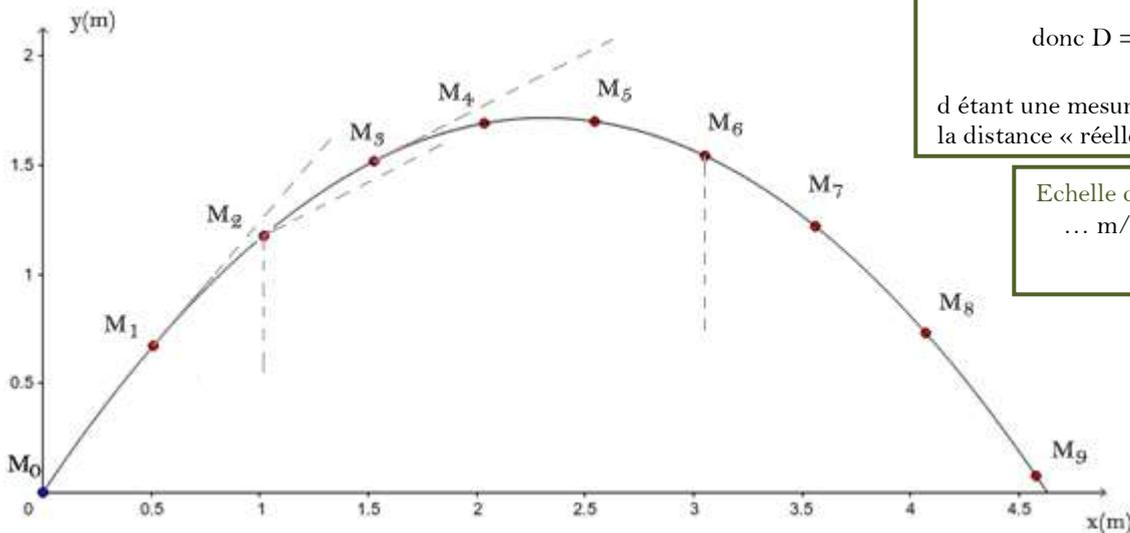
$\left\{ \begin{array}{l} \dots \text{ cm} \leftrightarrow 4,5 \text{ m} \\ d \text{ cm} \leftrightarrow D \text{ (m)} \end{array} \right.$

donc  $D = \frac{d \times 4,5}{\dots}$

d étant une mesure sur la feuille et D la distance « réelle » correspondante

Echelle des vitesses

$\dots \text{ m/s} \leftrightarrow 1,0 \text{ cm}$



Calcul des valeurs des vitesses et tracé des vecteurs vitesses  $\vec{v}_1, \vec{v}_3, \vec{v}_5$  et  $\vec{v}_7$

$v_1 =$

$v_5 =$

$v_3 =$

$v_7 =$

Calcul des longueurs des 4 vecteurs vitesse à l'échelle

$L_{\vec{v}_1} =$  et  $L_{\vec{v}_3} =$

$L_{\vec{v}_5} =$  et  $L_{\vec{v}_7} =$

Après avoir tracé les 2 vecteurs variation de vitesse  $\Delta\vec{v}_2$  et  $\Delta\vec{v}_6$  on en déduit leurs valeurs

On mesure leurs longueurs  $L_{\Delta\vec{v}_2} = \dots$  et  $L_{\Delta\vec{v}_6} = \dots$

et leurs valeurs  $\Delta v_2 =$

et  $\Delta v_6 =$

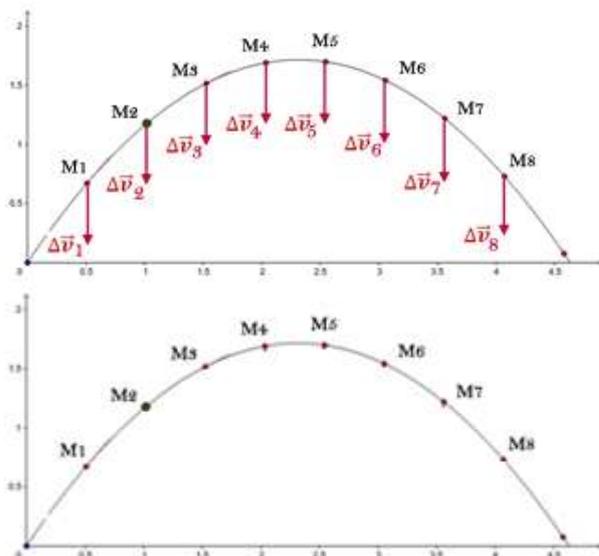
1ère conclusion :

Comme nous l'avons fait pour  $\Delta\vec{v}_2$  et  $\Delta\vec{v}_6$ , nous pouvons généraliser en disant qu'au point  $M_i$  :

$$\Delta\vec{v}_i =$$

Nous remarquons que tous les vecteurs  $\Delta\vec{v}_i$  sont .....

- même .....
- même .....



3- Bilan des forces appliquées à la balle :

Le **système étudié** est ici la balle. Il est noté

Référentiel d'étude choisi: .....

Faire un bilan des forces appliquées au système, c'est lister les forces qui s'appliquent au système :

Dans notre cas :

2ème conclusion :

Les vecteurs  $\sum \vec{F}_{ext}$  et  $\Delta\vec{v}$  sont ..... : même ..... et même .....

$$\sum \vec{F}_{ext} = \dots \times \Delta\vec{v} \text{ avec } \dots \neq 0$$

Dans notre cas

4 -Relation approchée entre le vecteur variation vecteur vitesse  $\Delta\vec{v}$  et  $\sum \vec{F}_{ext}$

Dans un référentiel donné, si le système est soumis à une ou plusieurs forces constantes, le vecteur variation de vitesse  $\Delta\vec{v}$  de ce système pendant une faible durée  $\Delta t$  et la somme vectorielle de ces forces sont reliés de façon approchée par la relation suivante :

$$\sum \vec{F}_{ext} =$$



ou



Cette relation sera appelée **seconde loi de Newton**.

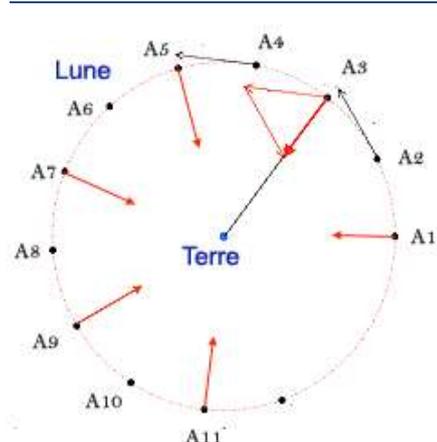
Remarques:

- La seconde loi de Newton est cohérente avec notre 2ème conclusion :

- Dans le cas du mouvement de la balle que nous avons étudié, la seule force qui s'applique sur la balle est le poids. La seconde loi de Newton s'écrit :

- Le vecteur  $\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$  (variation du vecteur vitesse  $\Delta\vec{v}$  divisé par une durée) est .....

Exercice : Mouvement de la lune autour de la terre



Système étudié:

Référentiel choisi: .....

Bilan des forces :

Appliquons la seconde loi de Newton :

**4- Derrière la seconde loi de Newton se cache la première loi de Newton ( Principe d'.....)**

Considérons le mouvement de la pierre en granite pendant une partie de curling :

La pierre est en mouvement

.....  
.....

Le vecteur vitesse de la pierre  $\vec{v}_{pierre}$  est donc un vecteur



Appliquons la seconde loi de Newton :



Prenons un objet posé sur une table.

L'objet est .....

Le vecteur vitesse de l'objet  $\vec{v}_{objet} = \dots$

Le vecteur vitesse de l'objet  $\vec{v}_{objet}$  est donc un vecteur .....

Appliquons la seconde loi de Newton :



Énonçons le **principe d'inertie** :

Si le vecteur vitesse  $\vec{v}$  est un vecteur constant  $\vec{v} = \dots$  alors les forces qui s'exercent sur l'objet (système) se .....

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$$

La réciproque est .....

.....  
.....



$$\sum \vec{F}_{ext} = m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

L'objet est <b>immobile</b> : $\vec{v} = \dots$ donc $\Delta \vec{v} = \dots$	$\sum \vec{F}_{ext} = \dots$
L'objet est en <b>mouvement rectiligne uniforme</b> : $\vec{v} = \dots$ donc $\Delta \vec{v} = \dots$	$\sum \vec{F}_{ext} = \dots$

**II- Influence de la masse m du système :**

Supposons un cycliste et une voiture à l'arrêt à un feu rouge.

	Au moment où le cycliste démarre pour atteindre une certaine vitesse il aura une certaine variation de vitesse $\Delta \vec{v}$ La force nécessaire pour atteindre cette vitesse est notée $\vec{f}$
	De la même façon, la voiture démarre pour atteindre la même vitesse que le cycliste, il aura une certaine variation de vitesse $\Delta \vec{v}$ La force nécessaire pour atteindre cette vitesse est notée $\vec{F}$

Plus la masse d'un système m est élevée plus il sera ..... de modifier la vitesse du système

D'après la relation approchée:  $\sum \vec{F}_{ext} = m \times \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$

Donc si m augmente et que l'on souhaite atteindre une variation de vitesse  $\Delta \vec{v}$  donnée, il faudra exercer, sur le système, des forces .....