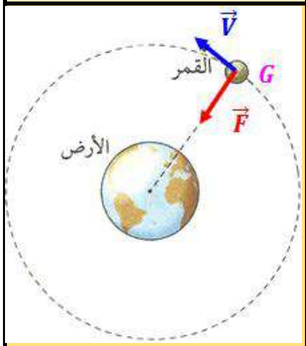
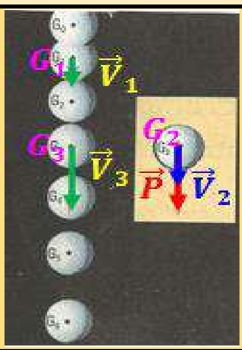
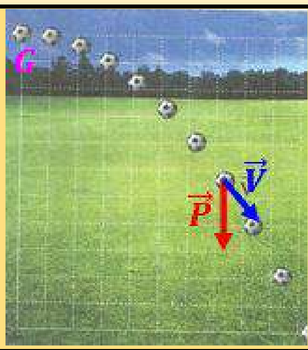
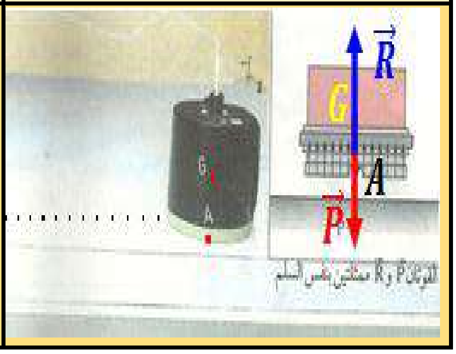
Deuxième Partie : **Mouvement** Unité 4 4 H	مــبـــدأ القـــصـــور **Principe d'inertie**	بسم الله الرحمن الرحيم Tronc Commun Physique - Mécanique

I – Effet d'une force sur le mouvement d'un corps :

1 – Activité :

Figure 1: Mvt de la Lune autour de la Terre	**Figure 2:** Chute verticale de la balle de golf	**Figure 3:** La chute parabolique d'une balle de football	**Figure 4:** Mouvement du détonateur central A d'un autoporteur sur une table horizontale
			

a- Donner l'**expression de** $\sum \vec{F}$ la somme des vecteurs de force appliqués au corps en mouvement dans chaque figure.

Pour la **figure 1**: $\sum \vec{F} = \vec{F}$, les **figures 2 et 3**: $\sum \vec{F} = \vec{P}$ et la **figure 4**: $\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{R}$.

b- En **comparant** $\vec{V}$ et $\sum \vec{F}$ sur les figures (1, 2, 3), et nous concluons lorsque le mouvement du corps est : **rectiligne** – **curviligne** – **circulaire** ?

Le mouvement du corps est **rectiligne** si $\vec{V}$ et $\sum \vec{F}$ ont la **même direction** (c-à-d $\sum \vec{F} \parallel \vec{V}$).

Le mouvement du corps est **circulaire** si $\vec{V}$ est **perpendiculaire** sur $\sum \vec{F}$ (c-à-d $\sum \vec{F} \perp \vec{V}$).

Le mouvement du corps est **curviligne** si l'angle α formé par $\vec{V}$ et $\sum \vec{F}$ est $\alpha \neq k.\frac{\pi}{2}$; $k \in \mathbb{Z}$

c- Dans quel cas le corps est **pseudo-isolé mécaniquement** (c-à-d $\sum \vec{F} = \vec{0}$), et déduire leur **nature du mouvement** ?

Le autoporteur dans la **figure 4** est **pseudo-isolé mécaniquement** et il est en **mouvement rectiligne uniforme**.

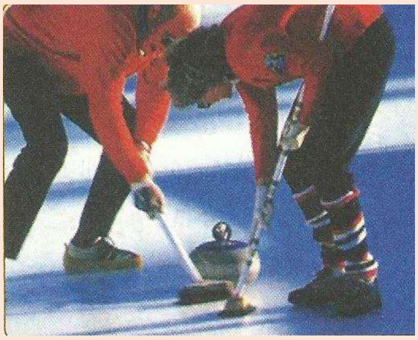
d- Un corps peut-il être **en mouvement en l'absence de force** ?

Oui, le corps peut être en mouvement en l'absence de force.

2 – Résumé :

- Une force qui s'exerce sur un corps peut le **mettre en mouvement**, **modifier sa trajectoire** ou / et **modifier sa vitesse**.
- Les **effets d'une force** sur le mouvement d'un corps sont d'autant **plus importants** que **la masse** du corps est **plus petite**.
- Si un corps est soumis à **plusieurs forces**, les effets de chacune d'entre elles s'**ajoutent**.

- **Aristote** croyait que **la force** était nécessaire pour **maintenir la vitesse** d'un corps mobile sur un **plan horizontal** jusqu'à ce que **Galilée** vienne prouver que le **mouvement d'un corps** sur un **plan horizontal lisse** (**frottement négligeable**) n'avait **pas besoin de force** pour rester en **mouvement rectiligne uniforme**.
- ***Système isolé*** : Un système est **mécaniquement isolé** s'il n'est soumis à **aucune force**.
- ***Système pseudo-isolé*** : Un système est **pseudo-isolé** si **les effets des forces extérieures** auxquelles il est soumis se **compensent**.
- Pour un **référentiel terrestre**, si un corps est soumis à des **forces compensées** (c-à-d $\sum \vec{F} = \vec{0}$), cela **ne signifie pas nécessairement l'absence de mouvement**. Le corps peut être dans l'un des deux cas :
  - Le corps est **immobile**, c'est-à-dire $\vec{V} = \vec{0}$.
  - Le corps est en **M R U**, c'est-à-dire $\vec{V} = \overrightarrow{Cte}$.



Les deux joueurs balaient le chemin devant le projectile pour le garder en mouvement

Remarque :

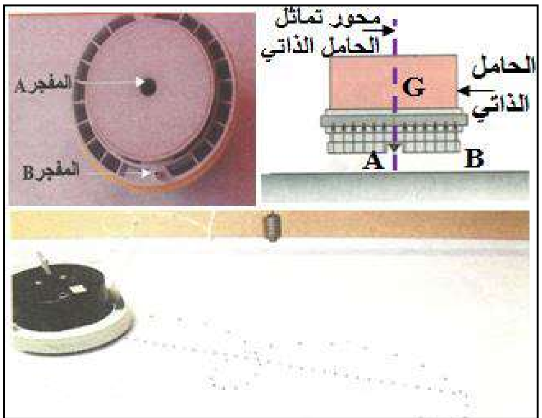
Si le **vecteur des forces appliquées** à un corps **son vecteur vitesse** sont **orthogonaux**, son mouvement est **circulaire**.

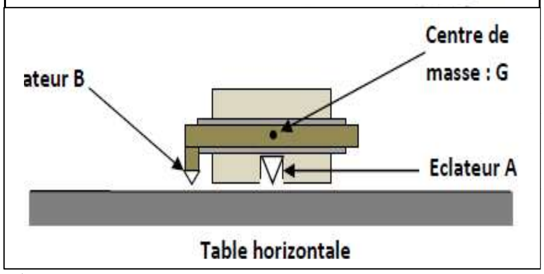
Si le **vecteur de forces appliqué** à un corps et **son vecteur vitesse** ont la **même direction**, son mouvement est **rectiligne**.

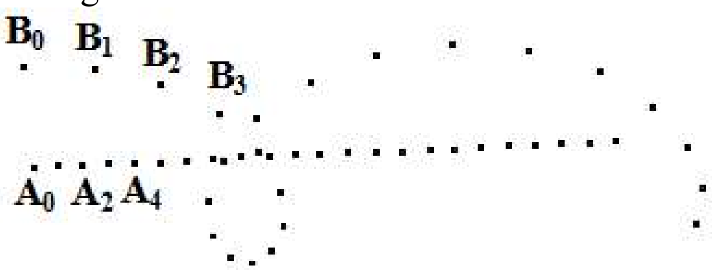
II – Centre d'inertie d'un corps solide :

1 – Activité :

Nous envoyons un **autoporteur en rotation** sur une table à coussin d'air horizontale équipé de **deux détonateurs** dont l'une est fixée au point **B** de la périphérie du **autoporteur** et l'autre au point **A** de l'axe de sa **symétrie verticale**. Et on obtient l'enregistrement suivant :





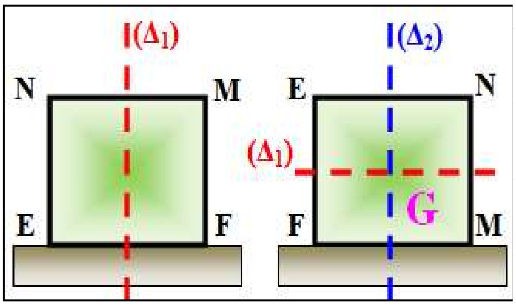


a- Comparer entre les **trajectoires** des deux points **A** et **B** .

La trajectoire du **B** est **curviligne** tandis que la trajectoire du **A** est **rectiligne**.

b- Quelle est **la nature du mouvement A** ? Déduire **la nature du mouvement** des **points de l'axe de la symétrie verticale** d'**autoporteur** passant par **A**.

La trajectoire de A est **rectiligne** et que les **distances** parcourues au cours d'une même période sont égales, le mouvement du point A est **rectiligne uniforme**, ceci s'applique à **tous les points de l'axe de symétrie verticale** d'autoporteur passant par A .



c- Si nous imaginons un **autoporteur** pouvant se déplacer sur **différentes faces** sur une **table horizontale**. Lorsque l'autoporteur **se déplace** sur la face EF, le mouvement **des points de l'axe** de symétrie verticale (Δ_1) est **rectiligne uniforme** et lorsque l'autoporteur **se déplace** sur la face FM, le mouvement **des points de l'axe** de symétrie verticale (Δ_2) . Que **remarquez-vous** ?

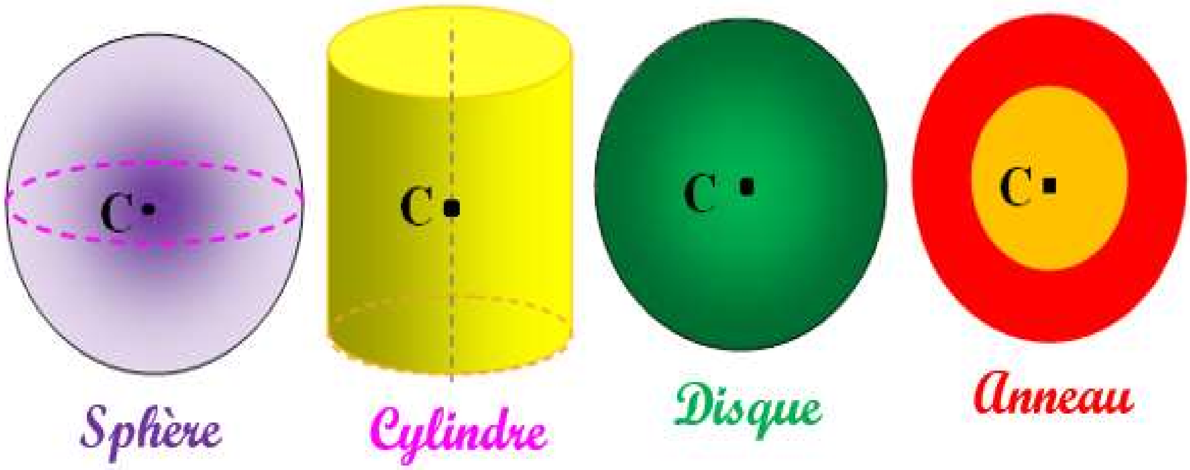
On remarque que le **point d'intersection** des axes (Δ_1) et (Δ_2) est le **seul point** dont le mouvement est toujours **rectiligne uniforme** quelle que soit la face sur laquelle se déplace l'autoporteur.

2 – Résumé :

Chaque corps solide a un **point spécial** et **unique** appelé **centre d'inertie** du corps solide et noté G qui **se distingue** aux autres points par **un mouvement spécial** : c'est le **point d'intersection des axes de symétrie**.

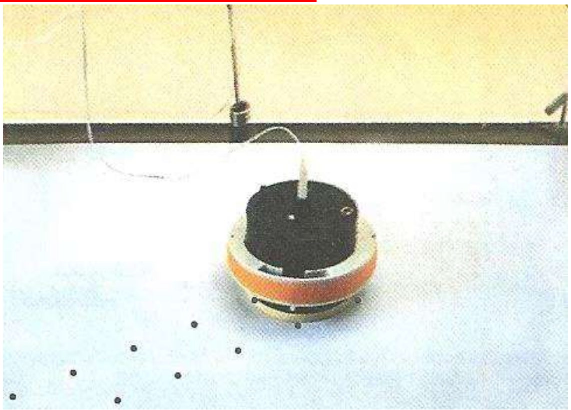
Lorsque ce corps est **pseudo-isolé mécaniquement** pour un **référentiel terrestre**, leur **centre d'inertie** G est en **mouvement rectiligne uniforme**.

Exemples de centres d'inertie de quelque objet :



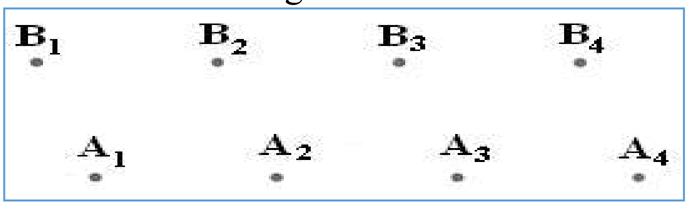
III – Le principe d'inertie ou la première loi de Newton :

1 – Activité :



Nous envoyons l'**autoporteur** sur une table **horizontale** afin qu'il effectue un mouvement de **translation rectiligne**.

Et on obtient l'enregistrement suivant :



a- Comparer entre les **mouvements** des deux points **A** et **B**. Quelle est **la nature du mouvement** de G **centre d'inertie** de l'**autoporteur** ?

Mouvements des points A et B **rectiligne uniforme**, et le mouvement de **G centre d'inertie** est aussi **rectiligne uniforme**, car **G appartient à l'axe de symétrie vertical** de l'autoporteur passant par A . Donc $\vec{V}_G = \overrightarrow{cte}$.

b- Faire **l'inventaire des forces appliquées** sur l'autoporteur pendant le mouvement. Déterminer **la somme vectorielle** de ces forces ?

Le système étudié : {**autoporteur**}

Bilan des forces : $\vec{P}$ **le poids** et $\vec{R}$ **la reaction du plan**.

Les forces $\vec{P}$ et $\vec{R}$ se compense c-à-d $\vec{P} = -\vec{R}$, alors $\sum \vec{F} = \vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$.

Nous disons que l'**autoporteur** est **pseudo-isolé** mécaniquement parce que **la somme vectorielle de ces forces** est **nulle**.

c- Si on choisit le **référentiel** lié au point **B**, est-ce que les **deux conditions** $\vec{V}_G = \overrightarrow{cte}$ et $\sum \vec{F} = \vec{0}$ sont **vérifier** ?

Mouvement de G par rapport au B est un **mouvement circulaire uniforme**, alors $\vec{V}_G \neq \overrightarrow{cte}$ par conséquent $\sum \vec{F} \neq \vec{0}$.

2 – Enoncé du principe d'inertie :

Dans un référentiel galiléen, tout corps isolé (ne soumis à aucune force) ou pseudo-isolé (soumis à une force résultante nulle $\sum \vec{F} = \vec{0}$) est $\vec{V}_G = \overrightarrow{cte}$ (immobile $\vec{V}_G = \vec{0}$ ou en mouvement rectiligne uniforme $\vec{V}_G = \overrightarrow{cte} \neq \vec{0}$).

Remarque :

Ecriture mathématique : $\sum \vec{F} = \vec{0} \iff \vec{V}_G = \overrightarrow{cte}$

Nous appelons **repère Galiléen** tous **repère** dans lequel **le principe d'inertie** s'**applique** en toute rigueur.

Le **principe d'inertie** ne peut être **vérifié qu'aux repères Galiléen**.

On considère le **référentiel terrestre** comme **repère Galiléen** pendant un **court temps**, et aussi tous **corps référentiel** immobile ou en mouvement rectiligne uniforme par rapport au **référentiel terrestre** comme **repère Galiléen**.

Nous appelons **le mouvement** de G **centre d'inertie** du corps par rapport à un **repère Galiléen**, le **mouvement global**.

Nous appelons le **mouvement des autres points** du corps par rapport au G **centre d'inertie** du corps, le **mouvement spécial**.

IV – Centre d'un système matériel :

Le **centre de masse** d'un **système matériel** est le **barycentre** de tous les points matériels formant ce système.

Considérons un ensemble des points matériels pondérés A_i de masses m_i . Leur **centre de masse** C est : $\sum_{i=1}^{n} m_i\overrightarrow{CA_i} = m_1\overrightarrow{CA_1} + m_2\overrightarrow{CA_2} + \cdots + m_n\overrightarrow{CA_n} = \vec{0}$

Relation barycentrique :

Le **centre de masse** G d'un système composé des **corps solides homogènes** (S_i) de **centre de masse** G_i et de **masse** m_i est donné par la relation :

$$\left(\sum m_i\right).\overrightarrow{OG} = \sum\left(m_i.\overrightarrow{OG_i}\right) \text{ ou } \overrightarrow{OG} = \frac{\sum\left(m_i.\overrightarrow{OG_i}\right)}{\left(\sum m_i\right)}$$ avec O : point qlq fixe dans l'espace

G est à la fois **centre d'inertie**, **centre de masse**, **centre de gravité** et **barycentre du système**.