

# Le principe d'inertie (chapitre 3 de Physique du thème mouvements et interactions)

**Durée : 3 h cours/exos avec résumé audio**

**Introduction** : Comment expliquer que lors de sa chute à 39 km d'altitude la vitesse de Félix Baumgartner est passée en quelques secondes de 200 km/h à 20 km/h ?



**I°) Le principe d'inertie :**

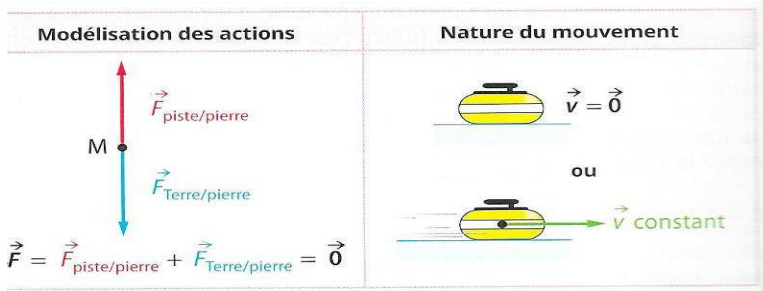
1) **Énoncé** : soit la vidéo suivante <https://www.youtube.com/watch?v=BoJzmmsoeW8>

on étudie les différents cas :

- (a) en l'absence de force de frottement : la pierre du curling après avoir été lancée poursuit son .....
- (b) sans balayeur : la pierre a un mouvement ..... (un peu moins ralenti avec présence de balayeur) .

**Interprétations du cas (a)** : La pierre est soumise à son ..... (force de gravitation exercée par la Terre sur la pierre) ainsi qu'à la réaction de la piste sur la pierre (voir schéma ci-dessous) ; si l'on néglige les frottements avec le sol et l'air, ces 2 forces se compensent, sinon la pierre ..... ou elle s'enfoncerait ....., c'est pourquoi nous avons un **mouvement rectiligne uniforme**.

Nous avions la même chose avant que la pierre ne soit poussée (attention la vitesse n'est pas une force) .



**Énoncé du principe d'inertie** : tout système demeure dans son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme si les forces qui s'exercent sur lui se compensent, ou en absence de force (dans l'espace), la réciproque est vraie. Ce qui revient à dire :

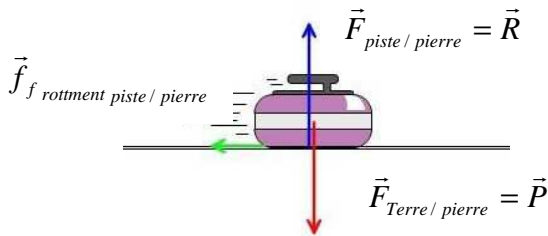
Dans certains référentiels, appelés référentiels Galiléens (référentiels au repos ou rectiligne uniforme) , si la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est ..... alors le centre d'inertie de ce solide est soit au ....., soit en mouvement ....., et réciproquement  $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \iff \vec{V}_G$  reste constant en direction, sens et norme

**Remarques :**

- Contrairement à ce que croyaient les anciens, un solide peut donc se déplacer bien que la somme des forces appliquées à ce solide soit nulle. Le véritable opposition n'est pas entre mouvement et repos mais entre mouvement rectiligne uniforme (le repos n'est qu'un cas particulier) et les autres types de mouvement. C'est un des mérites de Newton (1642-1727) d'avoir bien compris cela.
- Le référentiel Galiléen absolument parfait n'existe pas

**2) Contraposée du principe d'inertie :**

**Interprétations du cas (b)** : **Sans balayeur ou avec un peu de balayage** la pierre est soumise à son ..... (force de gravitation exercée par la Terre sur la pierre) à la réaction de la piste sur la pierre (voir schéma ci-dessous), mais aussi à ..... de la piste sur la pierre , ces 3 forces ne se compensent pas du point de vue vectorielle (voir schéma ci-dessous) , c'est pourquoi la pierre n'est ni au ..... ni à un mouvement ..... son vecteur vitesse n'est pas constant , ici c'est la norme du vecteur vitesse qui diminue au cours **du temps , on a donc un mouvement .....**



$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{f}_{frottement\ piste/pierre} \neq \vec{0} \iff \vec{V}_G \neq \text{constante}$$

(la direction du vecteur vitesse est la même , le sens aussi par contre la norme diminue)

**Contraposée du principe d'inertie** : tout système soumis à des forces qui ne se compensent pas du point de vue vectoriel n'est ni immobile , ni en mouvement rectiligne uniforme , la réciproque est vraie :  $\sum \vec{F}_{ext} \neq \vec{0} \iff \vec{V}_G$  n'est plus constant en direction, sens ou norme (une des trois composantes du vecteur vitesse ou deux ou les trois en même temps)

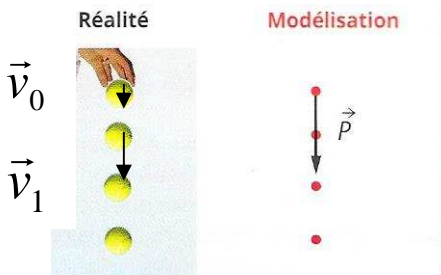


II°) Applications à des situations de chute verticale :

1) Chute libre verticale :

**Définition :** Un système est en chute libre lorsqu'il n'est soumis qu'à son .....

Le système n'étant soumis qu'à une seule force, le poids dans ce cas  $\Sigma \vec{F}_{ext} \neq \vec{0} \iff \vec{V}_0$  n'est plus constant en norme, c'est la contraposée du principe d'inertie qui s'applique.



N'ayant que le poids (sur une courte distance les frottements avec l'air sont négligeables) lors de la chute libre : le vecteur vitesse voit sa norme augmentée, on a un mouvement .....

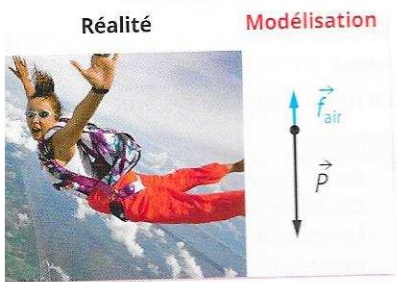


2) Chute verticale en présence de frottement :

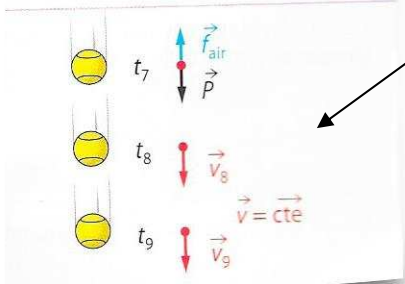
[https://www.youtube.com/watch?v=o8VhQFy\\_bcA](https://www.youtube.com/watch?v=o8VhQFy_bcA)

<https://www.koreus.com/video/felix-baumgartner-saut-espace-redbull.html>

Lorsqu'un objet est en mouvement dans un fluide (air, liquide ...), il peut être soumis à des frottements non négligeables. Les forces de frottement ( $\vec{f}_{air}$ ) qui en résultent sont **opposés** au mouvement (donc au vecteur  $\vec{v}$ ) et leur valeur augmente lorsque la vitesse croit.



Chute verticale dans l'air d'une parachutiste.



On a 2 phases lors d'un saut en parachute (avant ouverture du parachute) :

**1<sup>ère</sup> phase :** la force de frottement avec l'air ne compensent pas le poids c'est la contraposée du principe d'inertie qui s'applique : on a un mouvement ....., par conséquent le parachutiste va de plus en plus vite (200 km/h) et sa force de frottement augmente.

**2<sup>ème</sup> phase :** La force de frottement s'oppose au poids, donc les deux forces se compensent, le principe d'inertie s'applique, on a un mouvement .....(la vitesse reste constante aux alentours de 200 km/h) jusqu'à l'ouverture du parachute où là elle baisse de façon considérable (environ 20 km/h).