

I Le principe d'inertie

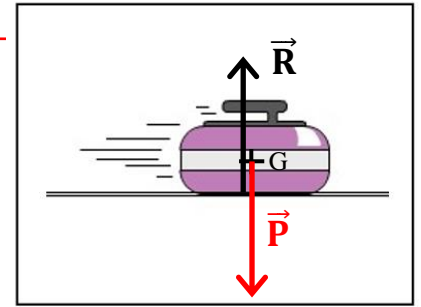
1) Les forces qui se compensent

Deux forces se compensent si elles ont la même direction (droite d'action), la même intensité (en N) mais des sens opposés.

La somme des vecteurs représentant ces forces est égale au vecteur nul (après avoir additionné ces deux vecteurs, on revient au point de départ).

Cela peut se noter : $\Sigma \vec{\text{Forces}} = \vec{0}$.
 « Σ » est la lettre grecque sigma majuscule, elle représente la somme.

Exemple : Un objet immobile posé sur une table ou la pierre de curling en mouvement sur la glace sont soumis à leur poids \vec{P} et à la réaction du support \vec{R} . Ces forces se compensent : $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$.



Remarque : En réalité, des forces de frottements exercées par la glace (et l'air) sur la pierre la ralentissent et finissent par l'arrêter. Les forces ne se compensent pas complètement.

2) Le principe d'inertie

Le principe d'inertie (appelé également première loi de Newton) permet de relier les forces exercées sur un objet et le mouvement de l'objet.

- **Principe d'inertie :**

Si les forces qui s'exercent sur un objet se compensent (ou s'il n'est soumis à aucune force), alors l'objet est soit immobile, soit en mouvement rectiligne uniforme.

Ce principe peut également s'écrire de la façon suivante :
 « **Si les forces qui s'exercent sur un objet se compensent (ou s'il n'est soumis à aucune force), alors le vecteur vitesse ne varie pas ($\vec{v} = \vec{0}$ ou \vec{v} vecteur constant).** »

Remarque : le cas dans lequel un objet n'est soumis à aucune force est très rare. Il s'agit du cas d'un objet comme une navette ou un astéroïde dans l'espace, loin de l'attraction de toute planète ou étoile. Sur Terre, ce cas ne s'applique jamais car il y a toujours au moins le poids dû à l'attraction de la Terre qui s'exerce.

Exemple : Si on néglige les frottements, la pierre de curling n'est soumise pendant son déplacement sur la glace qu'à son poids \vec{P} et à la réaction du support \vec{R} . Ces forces se compensent : $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$. On en déduit, d'après le principe d'inertie, qu'elle aura un mouvement rectiligne uniforme.

3) La réciproque du principe d'inertie

Un peu de « logique » : On considère l'implication : « Si A, alors B ».
 Sa **réciproque**, qui n'est pas toujours vraie (cela dépend des cas), s'écrit : « Si B, alors A ».

Exemple : « S'il pleut, **alors** je prends mon parapluie ».

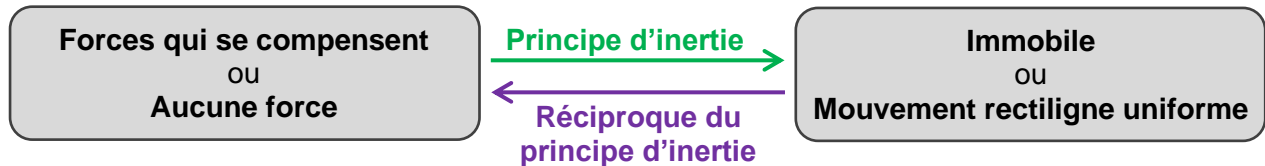
La réciproque sera : « **Si** je prends mon parapluie, **alors** il pleut ». On constate que la réciproque dans ce cas est fautive. Ce n'est pas parce que je décide de prendre mon parapluie pour sortir, qu'il va se mettre à pleuvoir.

Dans le cas du principe d'inertie, **la réciproque est vraie** et elle s'écrit de la manière suivante :

- **Réciproque du principe d'inertie :**

Si un objet est immobile ou en mouvement rectiligne uniforme, alors les forces qui s'exercent sur lui se compensent (ou il n'est soumis à aucune force).

Exemple : sur une piste de bowling, une fois lancée, la boule a un mouvement rectiligne uniforme. On en déduit que les forces qui s'exercent sur elle se compensent.



4) La contraposée du principe d'inertie

Un peu de « logique » : On considère l'implication : « Si A, alors B ».
Sa **contraposée**, qui est toujours vraie, quels que soient les cas, s'écrit : « Si non B, alors non A ».

Exemple : « **Si** un passager peut prendre son avion, **alors** son passeport est en règle ».

La contraposée sera : « **Si** le passeport de ce passager n'est pas en règle, **alors** il ne peut pas prendre son avion ». Elle sera vraie également.

La contraposée du principe d'inertie est donc vraie aussi et s'écrit de la manière suivante :

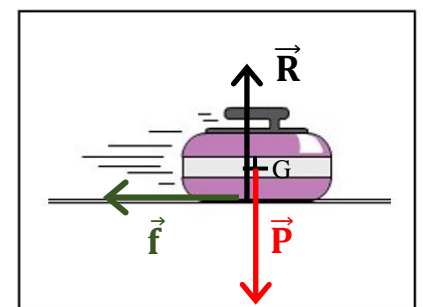
- **Contraposée du principe d'inertie :**

Si un objet n'est ni immobile ni en mouvement rectiligne uniforme, alors les forces qui s'exercent sur lui ne se compensent pas.

Ce principe peut également s'écrire de la façon suivante :

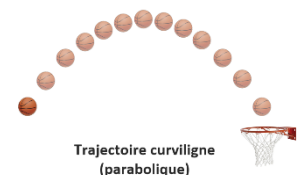
« **Si le vecteur vitesse \vec{v} d'un objet varie, alors les forces qui s'exercent sur lui ne se compensent pas** ».

Exemple 1 : Si on ne néglige pas les frottements quand on lance la pierre de curling, celle-ci a un mouvement rectiligne **ralenti** et elle finit par s'arrêter. Elle n'a donc pas un mouvement rectiligne uniforme. On en déduit que les forces (poids \vec{P} , réaction du support \vec{R} et force de frottements \vec{f}) qui s'exercent sur elles ne se compensent pas. En effet $\vec{P} + \vec{R} + \vec{f}$ n'est pas égal à $\vec{0}$.



Exemple 2 : On lance un ballon de basket en l'air, il a un mouvement parabolique qui n'est donc pas rectiligne uniforme. Si on néglige les frottements de l'air, le ballon n'est soumis après le lancer qu'à **une seule force non compensée** : son poids.

La contraposée du principe d'inertie est donc vérifiée.



II La variation du vecteur vitesse

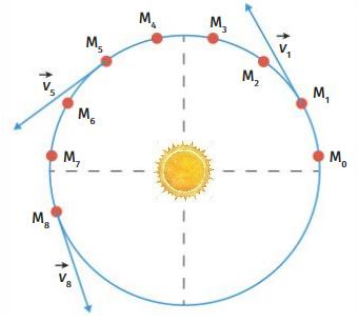
1) Comment peut varier un vecteur vitesse ?

On considère un objet en mouvement. Sa chronophotographie permet de tracer les vecteurs vitesse de chaque point. Chaque vecteur vitesse est caractérisé par sa **direction**, son **sens** et sa **norme** (longueur).

Au cours de la trajectoire, si l'une des trois caractéristiques du vecteur vitesse change (direction, sens et norme), la contraposée du principe d'inertie permet de déduire que les forces exercées sur l'objet ne se compensent pas.

Exemple : Mouvement de la Terre autour du Soleil : il s'agit d'un mouvement circulaire. On constate que les vecteurs vitesse ont la même norme (même longueur), mais leur direction varie.

On en déduit que la Terre est soumise à des forces qui ne se compensent pas. Elle n'est en effet soumise qu'à la force d'interaction gravitationnelle exercée par le Soleil, force unique qui n'est pas compensée par une autre force.



2) Cas de la chute libre

Un objet est en chute libre si, pendant la chute, il n'est soumis qu'à une seule force : son poids \vec{P} .

Remarque n°1 : Si l'on veut être exact, on ne peut pas étudier la chute libre dans l'air. En effet, si un objet chute, son poids s'exerce (la Terre l'attire) mais des **forces de frottements dues à l'air** s'exercent également sur lui et le ralentissent dans sa chute. Il y a donc deux forces qui agissent, et pas seulement le poids. L'étude précise de la chute libre ne peut avoir lieu **que dans le vide** dans lequel les forces de frottement dues à l'air disparaissent.

On étudie la chute libre dans l'air seulement **si on peut négliger les forces de frottement** exercées par l'air sur l'objet, par rapport au poids de l'objet.

Remarque n°2 : une chute libre verticale peut avoir lieu sans vitesse initiale (on lâche une balle de tennis) ou avec une vitesse initiale (on lance la balle de tennis en l'air, à la verticale).

La chronophotographie suivante est celle d'une balle de tennis que l'on lâche. Les vecteurs vitesse \vec{v}_6 et \vec{v}_7 des points M_6 et M_7 sont tracés.

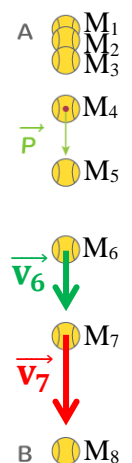
On constate que les deux vecteurs vitesse ont la même direction (la verticale), même sens (vers le bas), mais leur norme (leur longueur) varie.

Le vecteur vitesse \vec{v} varie entre deux instants voisins. La balle n'est pas en mouvement rectiligne uniforme puisqu'elle accélère.

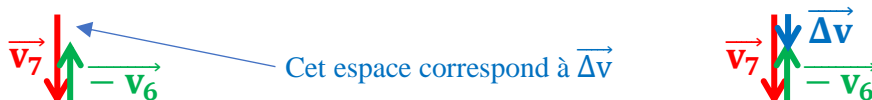
On en déduit que la balle est soumise à des forces qui ne se compensent pas.

En effet, elle n'est soumise qu'à son poids, exercé par la Terre.

Elle est bien en chute libre.



On peut tracer le vecteur variation de vecteur vitesse $\Delta\vec{v} = \vec{v}_7 - \vec{v}_6 = \vec{v}_7 + (-\vec{v}_6)$.



Le vecteur variation de vitesse n'est pas égal à $\vec{0}$. On constate par ailleurs que la direction (horizontale) et le sens (vers le bas) de ce vecteur variation de vitesse sont identiques à ceux du poids, seule force qui s'exerce sur l'objet.