

Chapitre 12. Principe d'inertie

Connaissances et compétences exigibles :

- ✓ Exploiter le principe d'inertie ou sa contraposée pour en déduire des informations soit sur la nature du mouvement d'un système modélisé par un point matériel, soit sur les forces.
- ✓ Relier la variation entre deux instants voisins du vecteur vitesse d'un système modélisé par un point matériel à l'existence d'actions extérieures modélisées par des forces dont la somme est non nulle, en particulier dans le cas d'un mouvement de chute libre à une dimension (avec ou sans vitesse initiale).

I. Le principe d'inertie

1. Modèle du point matériel

Pour simplifier l'étude du mouvement, un système est modélisé par l'un de ses points auquel on associe la masse du système.

Ce modèle, association d'un point géométrique M et d'une masse m , porte le nom de **point matériel**.

Le point matériel choisi est en général le **centre de gravité** du système.

(* Centre de gravité : point du système où s'applique son poids.)

Remarque :

Cette modélisation entraîne une perte d'une partie des informations sur le mouvement du système.

2. Effets d'une force sur le mouvement d'un système

Une force s'exerçant sur un système peut modifier la valeur de la vitesse et/ou la direction du mouvement de ce système. Elle peut donc modifier le vecteur vitesse \vec{v} de ce système.

3. Principe d'inertie

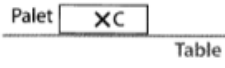
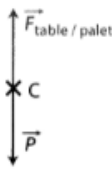
1687 : Newton, en s'appuyant sur les travaux de Galilée et Descartes, publie *Principia Mathematica*, ouvrage dans lequel il énonce le principe d'inertie, appelé aussi parfois « première loi de Newton ».

L'énoncé actuel du **principe d'inertie** est le suivant :

Dans un **référentiel galiléen**, lorsque les **forces** qui s'exercent sur un système **se compensent** ou **sont nulles** alors le **vecteur vitesse** du centre de gravité du système **ne varie pas** (système immobile ou en mouvement rectiligne uniforme).

$$\text{Si } \sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0} \text{ alors } \vec{v}_G = \vec{0} \text{ ou } \vec{v}_G \text{ ne varie pas}$$

Exemple : un palet de air-hockey sur la table à coussin d'air

Schématisation de la situation	Modélisation
	

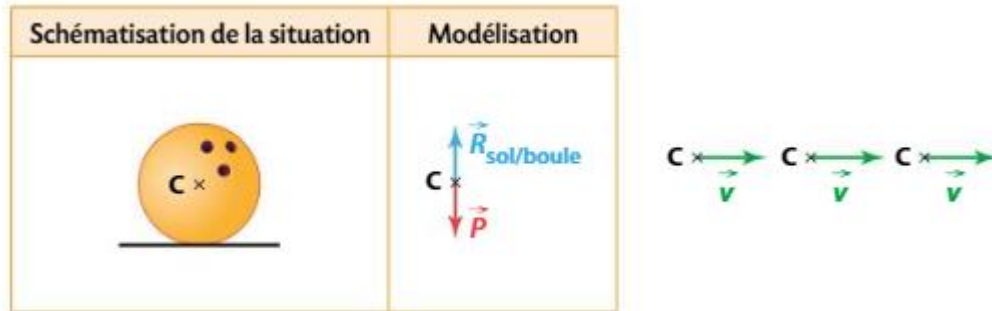
Remarque : Le principe d'inertie permet de relier forces et nature du mouvement !!

Référentiel galiléen : référentiel dans lequel le principe d'inertie est vérifié. Le référentiel terrestre sera considéré comme un référentiel galiléen.

Réciproquement, si un système est **immobile** ou en **mouvement rectiligne uniforme**, les **forces** qui s'exercent sur lui se **compensent**.

$$\text{Si } \vec{v}_G = \vec{0} \text{ ou } \vec{v}_G \text{ ne varie pas alors } \sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0}$$

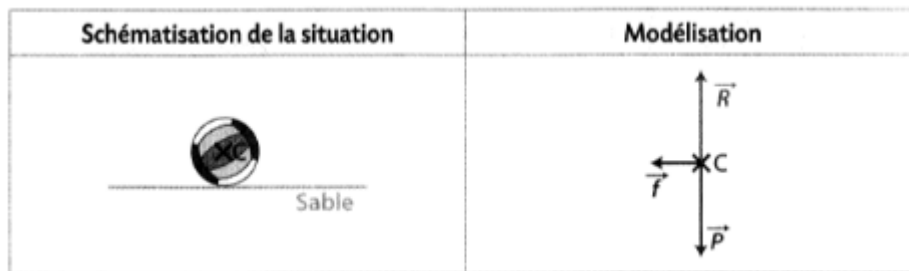
Exemple : une boule de bowling sur une piste parfaitement lisse a un mouvement rectiligne uniforme.



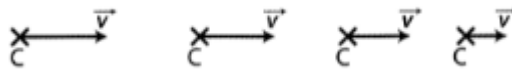
4. Contraposée du principe d'inertie

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

Exemple : un ballon qui se déplace sur du sable



Alors le mouvement n'est pas rectiligne uniforme



II. La chute libre verticale

1. Systèmes en chute libre verticale

Un système est en chute libre lorsqu'il n'est soumis qu'à son poids \vec{P} .

Remarques :

- En toute rigueur, l'étude de la chute libre ne peut avoir lieu que dans le vide.
- Dans l'air, une chute sera considérée comme libre si l'on peut négliger les forces exercées par l'air sur le système par rapport à son poids.



* Une **chute libre verticale** est dite à **une dimension** car le mouvement s'effectue dans **une seule direction**.

* Elle peut avoir lieu :

- sans vitesse initiale (ex : tube de Newton qui est un cylindre duquel l'air est retiré)
- avec une vitesse initiale verticale (ex : un jongleur avec une balle)

2. Variation du vecteur vitesse d'un système en chute libre verticale

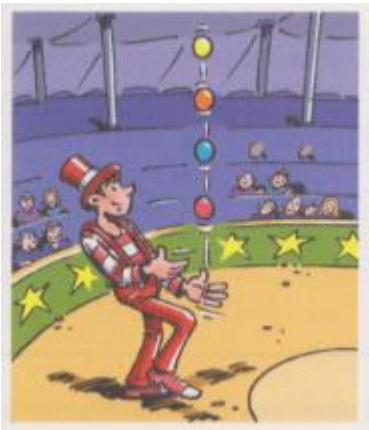
Le vecteur vitesse d'un système en chute libre verticale varie entre deux instants voisins.

Le mouvement d'un système en chute libre n'est pas rectiligne uniforme

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{P} \text{ alors } \vec{v}_G \text{ varie}$$

Le **vecteur vitesse** du centre de gravité garde la **même direction** (verticale) mais sa **norme varie**.

Exemple : un jongleur avec une balle



On néglige l'action de l'air sur la balle.

- 1) Lors de la montée de la balle, le vecteur vitesse \vec{v} est vertical, vers le haut, et la valeur de la vitesse diminue.
- 2) 1) Lors de la descente de la balle, le vecteur vitesse \vec{v} est vertical, vers le bas, et la valeur de la vitesse augmente.