

# Introduction

Pourquoi une bille lancée finit-elle par s'arrêter ? Pourquoi faut-il pousser plus fort pour déplacer un objet lourd ? Et pourquoi recule-t-on en sautant d'une barque ? Les **trois lois de Newton** répondent à toutes ces questions : elles relient les **forces** au **mouvement**.

Dans ce chapitre, tu vas découvrir ces trois lois, qui sont le cœur de la **mécanique**.

## I. Vecteurs vitesse et accélération

Pour décrire précisément le mouvement d'un point, on utilise deux vecteurs :


- le **vecteur vitesse**  $\mathbf{v}$  : il est **tangent à la trajectoire**, orienté dans le sens du mouvement ; sa valeur est la vitesse ;
- le **vecteur accélération**  $\mathbf{a}$  : il traduit la **variation du vecteur vitesse** (en valeur ou en direction) au cours du temps. Sa valeur s'exprime en **mètres par seconde au carré ( $\text{m/s}^2$ )**.

Si la vitesse augmente, le mouvement est **accéléré** ; si elle diminue, il est **ralenti** ; si le vecteur vitesse est constant, le mouvement est **rectiligne uniforme**.

## II. La première loi de Newton (principe d'inertie)

Les lois de Newton s'appliquent dans un **référentiel galiléen** : un référentiel dans lequel le principe d'inertie est vérifié (le référentiel terrestre en est un bon exemple pour des mouvements de courte durée).

### 1<sup>re</sup> LOI — INERTIE

$$\Sigma F_{\square} = 0_{\square}$$


● ● ● ● ●  
rectiligne uniforme (ou repos)  
espacements égaux

### 2<sup>e</sup> LOI — $\Sigma F_{\square} = m \cdot a_{\square}$

$$\Sigma F_{\square} \neq 0_{\square}$$


● ● ● ● ● ● ●  
le mouvement accélère  
espacements croissants

Schéma 1 — 1<sup>re</sup> loi : si  $\Sigma F_{\square} = 0_{\square}$ , le mouvement du centre de masse est rectiligne uniforme (ou un repos). 2<sup>e</sup> loi : si  $\Sigma F_{\square} \neq 0_{\square}$ , le système accélère selon  $\Sigma F_{\square} = m \cdot a_{\square}$ .

**Première loi (principe d'inertie).** Dans un référentiel galiléen, si la **somme des forces** exercées sur un système est **nulle** ( $\Sigma F_{\square} = 0_{\square}$ ), alors son centre de masse est soit **au repos**, soit en **mouvement rectiligne uniforme** — et **réciiproquement**.

Autrement dit, sans force (ou avec des forces qui se compensent), un objet **garde son vecteur vitesse** : il ne change ni de direction ni de valeur de vitesse.

## III. La deuxième loi de Newton (principe fondamental de la dynamique)

Lorsque les forces **ne se compensent pas**, le mouvement change : le système **accélère**. C'est ce que quantifie la deuxième loi.

**Deuxième loi (principe fondamental de la dynamique).** Dans un référentiel galiléen :  $\Sigma F_{\square} = m \cdot a_{\square}$  où  $\Sigma F_{\square}$  est la somme des forces (en newtons, N),  $m$  la masse du système (en kg) et  $a_{\square}$  son vecteur accélération (en  $m/s^2$ ).

Le vecteur accélération a donc **le même sens** que la somme des forces. À force égale, plus la masse est **grande**, plus l'accélération est **faible**.

## IV. La troisième loi de Newton (actions réciproques)

3<sup>e</sup> LOI — PRINCIPE DES ACTIONS RÉCIPROQUES

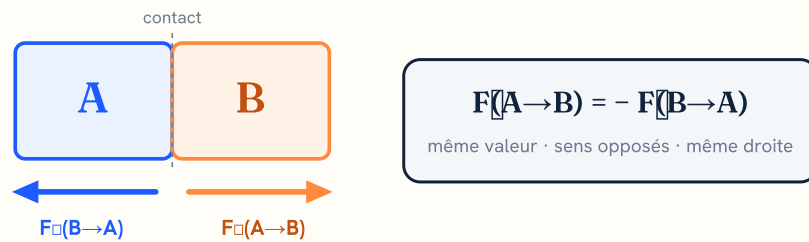


Schéma 2 — 3<sup>e</sup> loi : quand A exerce une force sur B, B exerce sur A une force de même valeur, de sens opposé et portée par la même droite :  $F_{A \rightarrow B} = -F_{B \rightarrow A}$ .

**Troisième loi (principe des actions réciproques).** Si un corps A exerce une force  $F_{A \rightarrow B}$  sur un corps B, alors B exerce sur A une force  $F_{B \rightarrow A}$  telle que :  $F_{A \rightarrow B} = -F_{B \rightarrow A}$  Ces deux forces ont la **même valeur**, la **même droite d'action** et des **sens opposés**.

Cette loi est toujours vraie, que les corps soient immobiles ou en mouvement. C'est elle qui explique la propulsion : en poussant l'eau vers l'arrière, le nageur est poussé vers l'avant.

# L'essentiel à retenir

## À retenir.

- Le **vecteur vitesse** est tangent à la trajectoire ; le **vecteur accélération** traduit la variation du vecteur vitesse.
- **1<sup>re</sup> loi (inertie)** : dans un référentiel galiléen,  $\Sigma F = 0$   $\Rightarrow$  repos ou mouvement rectiligne uniforme.
- **2<sup>e</sup> loi (PFD)** :  $\Sigma F = m \cdot a$  ;  $a$  a le même sens que la résultante des forces.
- **3<sup>e</sup> loi (actions réciproques)** :  $F_{A \rightarrow B} = - F_{B \rightarrow A}$  (même valeur, même droite, sens opposés).

## Exercices

### Exercice 1 — Appliquer le principe d'inertie

Un palet glisse sur une patinoire (frottements négligeables) en ligne droite à vitesse constante.

1. Que peut-on dire de la somme des forces exercées sur le palet ?
2. Quel principe permet de conclure ?

### Exercice 2 — Utiliser la deuxième loi

Un chariot de masse  $m = 4,0$  kg est soumis à une somme des forces de valeur  $\Sigma F = 20$  N.

1. Écris la deuxième loi de Newton.
2. Calcule la valeur de l'accélération  $a$  du chariot.
3. Dans quel sens le chariot accélère-t-il par rapport à la somme des forces ?

## Exercice 3 – Identifier la force réciproque

Un livre est posé, immobile, sur une table. Le livre exerce une force sur la table (il appuie dessus).

1. D'après la troisième loi, quelle force la table exerce-t-elle en retour ?
2. Compare la valeur et le sens de ces deux forces.

## Exercice 4 – Masse et accélération

Deux objets sont soumis à la même somme des forces  $\Sigma F = 12 \text{ N}$ . Le premier a une masse de 2,0 kg, le second de 6,0 kg.

1. Calcule l'accélération de chaque objet.
2. Lequel accélère le plus ? Justifie avec la deuxième loi.

## Corrigés

### Corrigé de l'exercice 1

1. La somme des forces exercées sur le palet est **nulle** ( $\Sigma F_{\square} = 0_{\square}$ ).
2. C'est le **principe d'inertie** (première loi de Newton) : un mouvement rectiligne uniforme correspond à une somme des forces nulle.

### Corrigé de l'exercice 2

1. La deuxième loi s'écrit  $\Sigma F_{\square} = m \cdot a_{\square}$ .
2. En valeurs :  $a = \Sigma F / m = 20 / 4,0 = 5,0 \text{ m/s}^2$ .
3. Le chariot accélère **dans le même sens** que la somme des forces.

## Corrigé de l'exercice 3

1. D'après la troisième loi, la table exerce sur le livre une force **dirigée vers le haut** (la réaction du support).
2. Ces deux forces ont la **même valeur** et des **sens opposés** (et la même droite d'action).

## Corrigé de l'exercice 4

1. Premier objet :  $a = 12 / 2,0 = \mathbf{6,0 \text{ m/s}^2}$ . Second objet :  $a = 12 / 6,0 = \mathbf{2,0 \text{ m/s}^2}$ .
2. Le **premier** objet (le plus léger) accélère le plus : d'après  $\Sigma F = m \cdot a$ , à force égale, l'accélération est d'autant plus grande que la masse est petite.