Les lois de Newton

1. Le contexte des lois de Newton

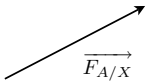
- Un référentiel galiléen est un référentiel dans lequel les lois de la dynamique de Newton ci-dessous sont valables.

- Si les expériences ne durent pas trop longtemps, on peut considérer les référentiels terrestre et géocentrique comme galiléens.

- Les lois de Newton sont les lois fondamentales de la mécanique qui font le lien entre l'action appliquée à un objet et le changement que cela implique sur son mouvement. Elle ne sont valables que dans les référentiels galiléens.

- La quantité de mouvement (ou impulsion) d'un objet de masse m et de vitesse $\vec{v}$ est la grandeur $\vec{p} = m\ \vec{v}$. Elle se mesure en kg.m.s^{-1}. C'est un vecteur qui est proportionnel au vecteur vitesse. Il en a la même direction et le même sens.

- Une force est une action appliquée à un objet qui est susceptible de modifier son mouvement. On modélise une force par un vecteur dont le point d'origine est le système, la longueur du vecteur est proportionnelle à l'intensité de la force. Une force se mesure en Newton (N).



- L'ensemble de toutes les forces exercées sur un objet est équivalent à une force unique qui s'exercerait sur l'objet : on l'appelle la résultante des forces : $\overrightarrow{F_{res}} = \sum \overrightarrow{F}$

2. Les trois lois de Newton

2.1. Principe d'inertie ou première loi de Newton

- Si le vecteur vitesse du centre d'inertie d'un objet est constant (c'est à dire qu'il ne varie pas dans le temps ni en direction ni en intensité), alors la somme des forces qui s'appliquent sur l'objet est nulle.
- Réciproquement, si la somme des forces qui s'appliquent sur un objet est nulle, alors le vecteur vitesse du centre d'inertie de l'objet est un vecteur constant.

Le vecteur quantité de mouvement d'un système isolé reste constant.

2.2. Relation de la dynamique ou deuxième loi de Newton

- C'est celle qui nous donne le lien mathématique entre l'action exercée sur l'objet c'est à dire la résultante des forces et le changement dans son mouvement c'est à dire la variation instantanée (la dérivée) de l'impulsion.

$$\overrightarrow{F_{res}} = \frac{d\vec{p}(t)}{dt} \quad \text{ou} \quad \overrightarrow{F_{res}} = m\ \frac{d\vec{v}(t)}{dt} \quad \text{ou} \quad \overrightarrow{F_{res}} = m\ \vec{a}(t)$$

- Remarque : avec cette loi on retrouve la première : si la résultante des forces est égale au vecteur nul, on en déduit que le vecteur impulsion est constant, et inversement.
- Attention il s'agit d'une loi reliant des **vecteur** : c'est une manière d'écrire 3 équations en une, une pour chaque composante. L'utilisation de cette loi se fait en étudiant chacune des 3 équations obtenues.

2.3. Principe des actions réciproques ou troisième loi de Newton

Lorsque deux objets agissent l'un sur l'autre, la force exercée par l'objet A sur l'objet B est l'opposé de la force exercée par l'objet B sur l'objet A : $\overrightarrow{F_{B/A}} = -\overrightarrow{F_{A/B}}$. Ces deux forces ont donc la même direction, sont sur la même droite d'action (la droite (AB)), ont un sens opposé et ont la même intensité.