

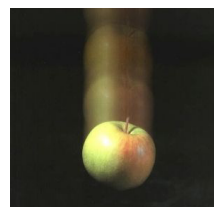
# Chapitre 2.4 – La réciprocité des forces

## Notation sur les forces

En physique, il faut toujours identifier qui applique la force (la source d'une action) et qui subit la force (la cible d'une action).

Ex : La pomme tombe au sol.

- Source de la force gravitationnelle : La Terre
- La cible de la force gravitationnelle : La pomme



Pomme qui tombe sous l'effet de la gravité terrestre

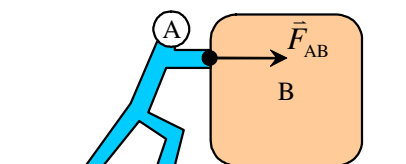
Utilisons la notation suivante afin préciser qui applique la force et qui subit la force :

$$\vec{F}_{AB} \equiv \vec{F}_{A \text{ applique force sur B}}$$

où  $\vec{F}_{AB}$  : Force que l'objet A applique sur l'objet B (N).

A : Lettre désignant une référence à l'objet A.

B : Lettre désignant une référence à l'objet B.



## Le principe d'action-réaction (3<sup>e</sup> loi de Newton)

La troisième loi de Newton (action-réaction) s'énonce de la façon suivante :

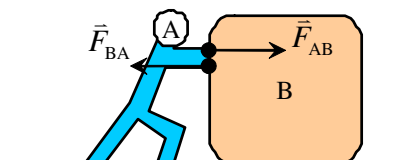
*Lorsqu'un objet A applique une force sur un objet B, l'objet A va subir également une force de même module, mais dans la direction opposée. Cette force sera appliquée par l'objet B.*

Mathématiquement, nous pouvons résumer la 3<sup>e</sup> loi de Newton de la façon suivante :

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

où  $\vec{F}_{AB}$  : Force que l'objet A applique sur l'objet B (N).

$\vec{F}_{BA}$  : Force que l'objet B applique sur l'objet A (N).



À chaque fois que l'on fait un bilan de force sur un objet A et un objet B, toutes les forces concernant ces deux objets se retrouveront en paire que l'on nomme « paire action-réaction ». Ils sont facilement identifiables, car ils portent le même nom d'identification et les indices de source et cible sont inversés (ex :  $\vec{n}_{AB}$  et  $\vec{n}_{BA}$ ). Dans l'exemple précédent, les forces  $\vec{F}_{AB}$  et  $\vec{F}_{BA}$  forment une paire « action-réaction ».

# La bande d'une patinoire

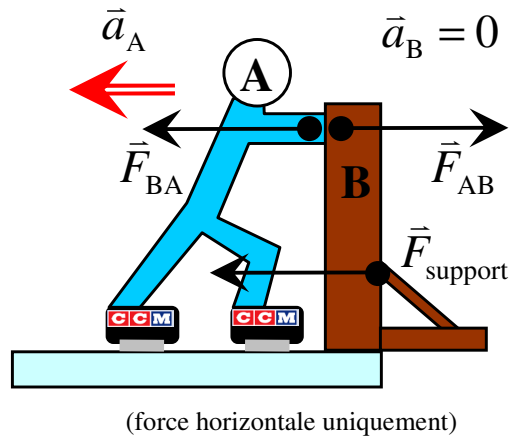
Afin d'illustrer la pertinence de la 3<sup>e</sup> loi de Newton, analysons la situation suivante :

Situation :

Un patineur est immobile face à une bande de patinoire. Il applique une force de poussée sur la bande et il se met à reculer.

Question :

Quelle force permet au patineur de subir une accélération ?



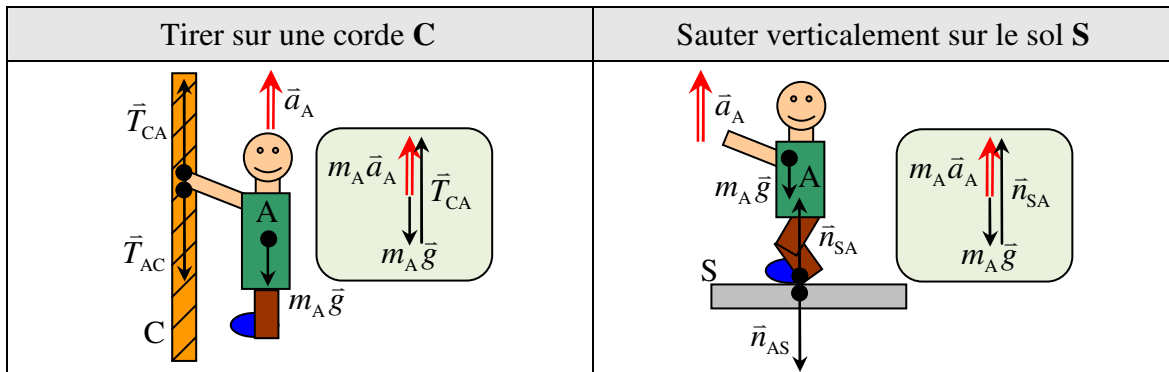
Explication :

- 1) Si le patineur passe du repos à un état de mouvement  $\Rightarrow$  il y a une **accélération**.
- 2) Selon  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ , si le patineur accélère  $\Rightarrow$  il y a une **force** appliquée sur le **patineur**.
- 3) L'objet qui applique la force sur le patineur doit être nécessairement la bande, car le patineur ne peut pas s'auto-pousser (se pousser lui-même).
- 4) La bande pousse sur le patineur, car le patineur pousse sur la bande. **C'est l'action-réaction** qui explique l'origine du mouvement du patineur.

## Propulsion par action-réaction

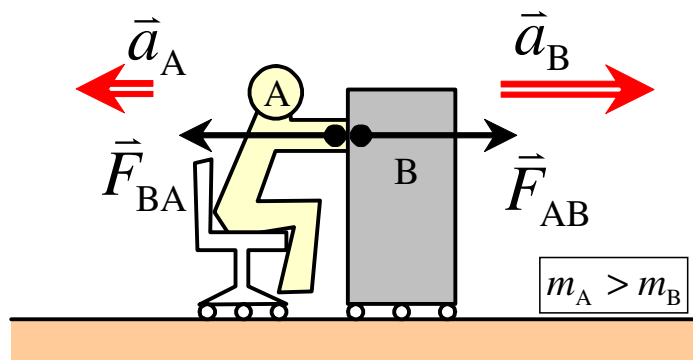
À chaque fois qu'un objet désire subir une accélération par sa « propre action », celui-ci doit appliquer une force sur son environnement afin de subir la « réaction » de sa force. Une personne ne peut pas « s'auto pousser » pour accélérer.

Voici quelques exemples pour illustrer différents modes de propulsion :



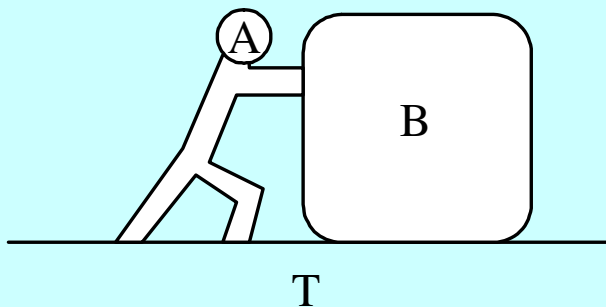
## L'action-réaction et l'accélération

La 3<sup>e</sup> loi de Newton précise le module des forces jumelées en paire action-réaction, mais ne décrit pas les conséquences de ces forces. Lorsque deux objets s'appliquent des forces  $\vec{F}_{AB}$  et  $\vec{F}_{BA}$ , les modules des forces sont égaux, mais les accélérations de chaque objet dépendent de leur masse respective par la 2<sup>ième</sup> loi de Newton ( $\vec{F} = m\vec{a}$ ).



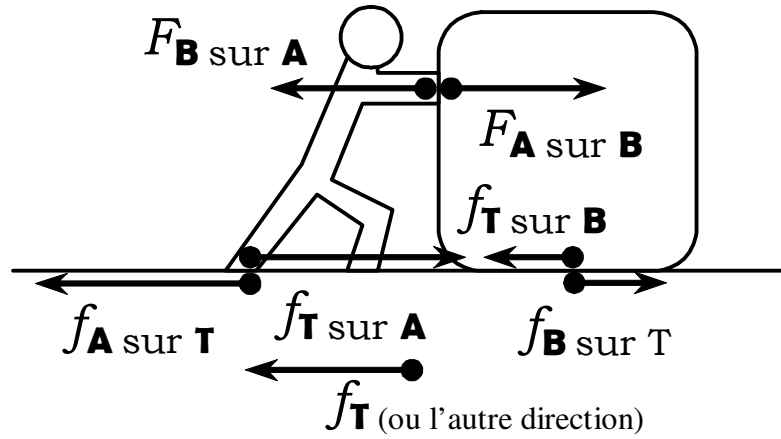
**Situation A : L'action-réaction à trois objets.** On désire identifier toutes les forces appliquées sur les trois objets de la situation suivante :

Albert pousse une Boîte sur un Tapis rugueux.



Afin de clarifier le dessin et le rendre moins lourd, nous allons représenter les forces horizontales et les forces verticales sur deux schémas séparés :

Selon l'axe des  $x$  : (7)



Selon l'axe des  $y$  : (8)

