

III Troisième loi de Newton ou le principe des actions réciproques

1. Présentation

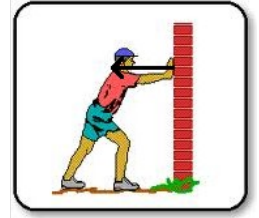
Une force implique toujours 2 objets. Par exemple, dans la situation suivante, l'ouvrier exerce une force sur le mur :



On notera cette force $\vec{F}_{\text{ouvrier/mur}}$. Si le mur cédait alors l'ouvrier tomberait vers la droite, c'est donc que le mur exerce une force sur l'ouvrier. On notera cette force : $\vec{F}_{\text{mur/ouvrier}}$. Comment est dirigée cette force ? $\vec{F}_{\text{mur/ouvrier}}$ a la même direction que $\vec{F}_{\text{ouvrier/mur}}$ et un sens opposé. Elle sera donc représentée de cette façon :

De plus, ces 2 forces ont exactement la même valeur.

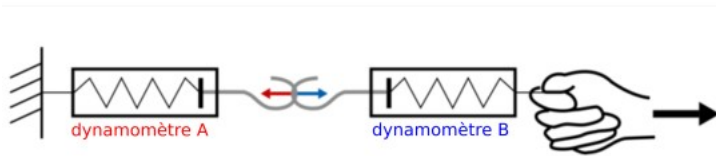
$F_{\text{ouvrier/mur}}$



2. Mise en évidence expérimentale

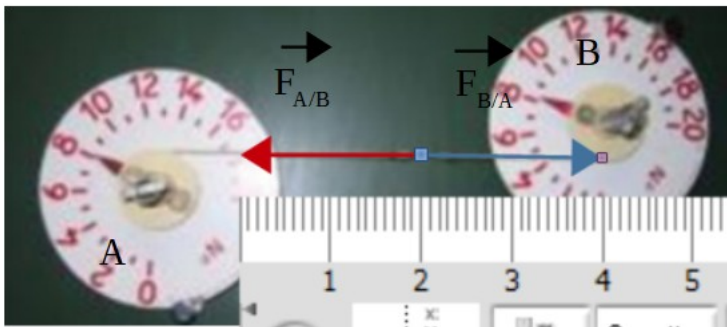
On peut prouver ce que l'on vient de présenter. Relions ensemble deux dynamomètres et tirons pour les tendre :

$F_{\text{mur/ouvrier}}$



Sur la droite, on voit 2 dynamomètres ronds accrochés par 2 fils tendus. On voit que chaque dynamomètre indique qu'il subit une force égale à 8 dN (déciNewton) soit 0,8 N. Sur la gauche, on voit que les 2 flèches ont la même direction, la même longueur et des sens opposés. En rouge, c'est la force $\vec{F}_{A/B}$. En bleu, c'est la force $\vec{F}_{B/A}$.

En utilisant l'échelle 1cm correspond à 0,4N, on obtient cette représentation pour les forces :



3) Conclusion

Ce que l'on vient de voir a lieu dès qu'une interaction a lieu entre 2 objets : si l'objet A exerce une force sur l'objet B, alors l'objet B exerce forcément une force sur A. Ces 2 forces ont même valeur, même direction et des sens opposés. C'est une loi de base en physique.

Elle s'appelle " Le principe des actions réciproques ou troisième loi de Newton ". Elle n'est jamais contredite.

Enoncé du principe des actions réciproques :

Quel que soit leur état de mouvement ou de repos, deux systèmes A et B en interaction exercent l'un sur l'autre des forces vérifiant la relation vectorielle :

$$\vec{F}_{A/B} = - \vec{F}_{B/A}$$

Le signe moins est important : il exprime le fait que les deux forces ont des sens opposés.

4. Le principe des actions réciproques dans la vie de tous les jours

Ce principe permet d'expliquer un grand nombre de phénomènes. Par exemple, une fusée peut décoller grâce à la force " réaction " en rouge qui est la force des gaz sur la fusée.



L'athlète peut avancer grâce à la force " Réaction " en blanc qui est la force exercée par le sol sur le pied de l'athlète.

Lorsque quelqu'un tire au fusil, il subit une force qui le fait reculer : c'est aussi dû au principe des actions réciproques.



Vous comprenez : on peut se propulser grâce au principe des actions réciproques. On le sait depuis longtemps. Regardez cette

vidéo bizarre qui le prouve :

<https://www.youtube.com/watch?v=rr4-96Qu5GQ>

à partir de 0'40''

La barque avance vers la droite quand le personnage lance des objets vers la gauche. Le personnage doit exercer une force vers la gauche sur l'objet pour le lancer et l'objet " répond " en exerçant une force sur le personnage (et donc sur la barque) vers la droite ! C'est le principe de toutes les propulsions par réaction. Un avion à réaction fonctionne sur ce principe : ses moteurs " envoient " des gaz dans un sens et il avance dans l'autre sens.

Remarque n°1 : On pourrait conclure hâtivement : d'après le principe des actions réciproques, toutes les forces se compensent donc tout objet devrait être soit immobile soit en MRU ! Où est l'erreur ? L'erreur est que pour savoir si un objet est immobile, en MRU, en MRUA, etc. on doit faire le bilan des forces extérieures appliquées **sur** l'objet en question et dans ce cas, les forces ne se compensent pas toujours bien sûr. Par exemple, les forces qui s'exercent sur une fusée au décollage sont : son poids \vec{P} et la force $\vec{F}_{\text{gaz}/\text{fusée}}$. La force $\vec{F}_{\text{fusée}/\text{gaz}}$ n'est pas à prendre en compte pour le bilan des forces pour le système fusée.

Remarque n°2 : Le principe des actions réciproques existe aussi pour les forces à distance. La Terre attire l'avion par gravité mais l'avion attire aussi la Terre avec la même norme. La Lune est maintenue sur son orbite par l'attraction terrestre. La Lune exerce la même force mais de sens opposé sur la Terre. D'ailleurs, cette force est responsable des marées sur la Terre.

