

Force d'inertie, force fictive ?

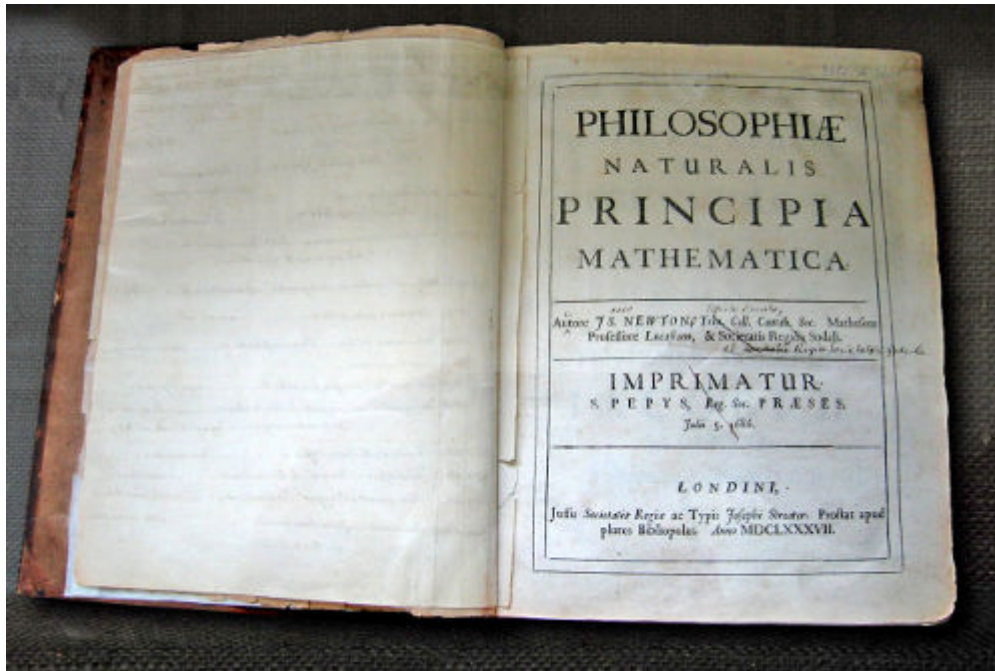
Poser la question, c'est déjà un peu y répondre. Mais commençons par le début et posons-nous la question qu'est-ce qu'une force ?

Qu'est qu'une force ?

Tout le monde parle de force, la force de caractère, la force du vent, la force d'attraction, la force de frappe, la force de persuasion, il y a tellement de cas ou nous utilisons le mot "force" sans que pour autant ce soit incompris. Cette notion est terriblement abstraite. En physique, qui est le cas qui nous concerne, il est difficile de répondre car personne n'a jamais vu une force, oui, bien sûr, nous en connaissons les effets, mais la force qu'est c'est ?

Histoire

Cette notion est connue depuis fort longtemps, mais c'est Isaac Newton dans son admirable oeuvre "Philosophiae Naturalis Principia Mathematica" de 1687 et 1726 qui définit ce qu'est une force en physique. Il a surtout défini ce concept pour en faire quelque chose d'utilisable.



Il est vrai que l'on peut expliquer la physique et le monde qui nous entoure sans cette notion de force, qui n'est pas une notion fondamentale en physique, c'est plutôt une aide pour la compréhension des phénomènes. Une force en physique, telle que l'a défini Newton et en élargissant un peu, c'est ce qui permet de :

- *déplacer un objet (mouvement)*
- *déformer un objet (résistance)*
- *soumettre un objet à l'effort (statique)*

Déduction

Avec cette définition, on voit que pour tous les objets qui nous entourent sont constamment soumis à une ou des forces. Pour illustrer ce propos, observons n'importe quel objet. Il est posé sur une table, une commode, une étagère, etc, il ne bouge pas, il ne s'envole pas, il ne roule pas, il ne glisse pas. Imaginons que nous pouvons effacer, enlever la table, la bibliothèque qui soutient cet objet. Que va-t-il se passer? Votre objet va tomber ! Nous pouvons tirer de cette expérience de pensée; si l'on enlève la commode, la table, l'objet se met en mouvement donc il y a quelque chose qui permet de déplacer l'objet : une force ! On peut penser que cette force apparaît subitement au moment où l'on enlève le soutien de l'objet, et c'est une idée difficile à expliquer. Ou bien penser que la force est déjà présente mais ne soumet l'objet qu'à un effort statique (pas de mouvement) puis plus de soutien

l'objet se met en mouvement, force de mouvement.

Comment visualiser une force ?

Comme nous l'avons dit, une force est en fait invisible, seul ses effets sont visibles. Pour symboliser cette notion de force on utilise volontiers le vecteur, qui est une grandeur définie par trois paramètres plus un.

Vecteur

Un vecteur est une grandeur combinée, c'est un ensemble de renseignements sur une entité. Si l'on s'intéresse aux forces physiques on remarque qu'une force, qui ne oublions pas, est connue par ses effets plus que par elle-même. Ce qui veut dire, en prenant un exemple pour illustrer ceci, qu'une force est un ensemble de valeur qui permettent de définir son interaction avec les objets. Cas pratique: vous jouez au football et vous allez tirer un penalty (tir au but). Le ballon est immobile devant vous. Vous allez appliquer une force sur ce ballon pour l'envoyer dans les filets adverses. Le ballon suivra une trajectoire suivant la direction de votre frappe (force) que vous aurez appliqué, et suivant comment vous allez shooter, le ballon aura plusieurs trajectoires possibles. On comprend que suivant:

- *la violence de votre frappe, le ballon va aller plus ou moins vite*
- *la direction de votre frappe, le ballon va partir en haut, à gauche ou à droite*
- *l'endroit du ballon que votre pied va frapper, le ballon aura des "effets", une trajectoire différente*
- *le plus évident, le ballon va suivre le sens de votre frappe, il ne part pas en arrière !*

*En physique, nous avons un élément qui symbolise cet ensemble de points: **le vecteur**. Les vecteurs sont des notions définies par "trois plus un" éléments :*

- *une intensité (un chiffre)*
- *une direction (une force suit une direction)*

- un sens (de gauche à droite ou bien de droite à gauche, par exemple)
- “un point d’application”

Pourquoi trois plus un ?

Pourquoi donc je parle de trois éléments plus un ? En fait dans l’exemple du tir au but le point d’application est très facilement identifiable, ce qui n’est pas toujours le cas. De plus, si l’on étudie la notion de champ de force (qui n’est pas dans notre propos) le point d’application n’est plus aussi évident. C’est pourquoi je parle de trois éléments (intensité, direction, sens) plus un (point d’application) pour définir le vecteur qui est la représentation symbolique des forces. Sous forme de dessin, d’image une flèche permet de visualiser le vecteur et donc une force.

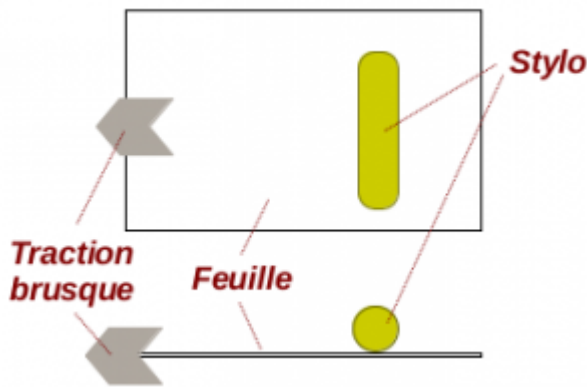


Pour rappel : personne n’a vu la force que le footballeur applique au ballon, mais tous peuvent constater le résultat, le ballon suit une nouvelle trajectoire, une nouvelle vitesse. On ne voit pas la force, mais seulement le résultat de l’interaction du pied et du ballon.

Qui bouge ?

Pour répondre à la question “force fictive ou non ?” Nous allons parler seulement des forces de mouvement, car la force d’inertie fait partie de cette catégorie. Pour poursuivre notre analyse des interactions entre objets, nous devons nous poser la question : qui bouge ? Pour illustrer cette question et pour comprendre l’incidence de l’observation des

phénomènes, prenons le cas suivant : Nous avons un stylo sur une feuille de papier et la feuille de papier est rapidement tirée. Vous pouvez tester cette situation chez vous, tirez brusquement la feuille de papier; que se passe-t-il le crayon "tombe" de la feuille, en fait par rapport à la table, il ne bouge pas, alors que la feuille se déplace. Vous avez un schéma ci-après de cette démonstration et [une petite vidéo](#) (remarquez la position du stylo par rapport au petit bloc noir qui est posé sur la table).



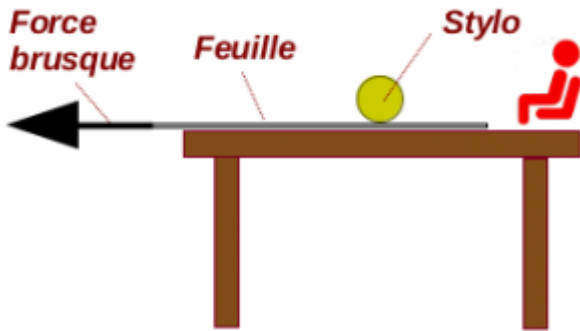
Maintenant nous allons essayer d'analyser cette petite expérience depuis deux endroits. Le premier, le plus naturel, c'est celui que vous avez lors de la vue de la vidéo, vous êtes immobile par rapport à la table. Le deuxième demande un petit effort d'imagination, vous êtes sur la feuille et solidaire de cette dernière, comme une caméra fixée à la feuille. Dans les deux cas nous observons le stylo lors du déplacement de la feuille. Que voyons-nous ?

Dans la première vision (vue extérieure) : **le stylo ne bouge pas** par rapport à la table et la **feuille se déplace**.

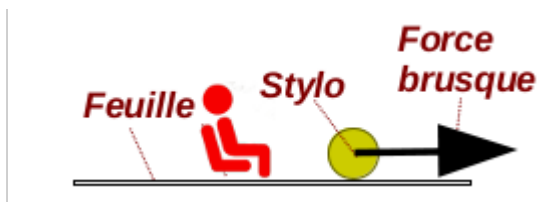
Dans la deuxième vision (vision depuis la feuille) : **le stylo s'éloigne** de nous brusquement.

Force suivant l'observateur

Si je veux maintenant interpréter, expliquer ces deux situations en utilisant la notion de forces, nous pouvons représenter la première situation (observateur externe) comme suit :



Dans la deuxième vision de la même expérience, vous êtes solidaire de la feuille. C'est la même situation que si vous prenez le train et vous aller vous verser un verre d'eau au wagon bar, vous ne versez rien à côté, c'est la même chose chez vous, alors que dans un cas vous ne vous déplacez pas et dans l'autre vous êtes à 300km/h. Vous êtes sur la feuille et le stylo s'éloigne de vous, donc il y a une force qui l'éloigne de vous ! Rappelez-vous du début de l'article, seules les forces déplacent les objets. Si vous deviez schématiser la situation vous ferriez ce schéma :



Bien que vu de l'extérieur de la scène, aucune force ne semble interagir avec le stylo, pour expliquer son éloignement, si vous êtes solidaire de la feuille, vous n'avez d'autre choix que d'introduire une force.

Pour résumé et introduire l'inertie :

- vision "extérieure" (observateur immobile) : force brusque dite de traction
- vision "intérieure" (observateur sur la feuille) : *force brusque dite d'inertie*

Conclusion

Une force est au départ une notion abstraite et de plus cette notion dépend du point de vue de l'observateur. Ce qui nous amène, suivant la description des phénomènes, d'introduire des forces dites d'inertie, centrifuge, etc. Il est délicat de définir une force comme étant fictive ou imaginaire, car en fin de compte toutes les forces procèdent de la même nature abstraite. Néanmoins, il est justifié de définir les forces d'inertie comme étant fictives, car elles découlent uniquement de l'observateur et, en cela, c'est justifiable.

Comme conclusion, je dirais oui, mais en étant conscient que l'ensemble des forces sont plus ou moins fictives. C'est une conclusion de Normand !