

# Masse ou poids

*Doit-on parler masse ou poids ? Je pense que nous avons tous une idée de la chose, mon propos est de “relire” ces deux notions afin que chacun puisse avoir un avis parfaitement clair de ces deux concepts.*

## Les forces de l'univers

*L'univers, le monde que nous connaissons, est soumis à [quatre interactions](#) (forces). Ce qui signifie que chaque objet (nous également) est soumis à 4 forces. Ces quatre forces sont :*

- *la gravité.*
- *les forces électro-magnétiques.*
- *les interactions faibles.*
- *les interactions fortes.*

*Dans la première partie de notre analyse, nous allons essayer de voir en quoi la force de gravité est liée au poids. Puis nous nous pencherons sur la liaison des autres interactions et de la masse. Vous avez déjà là une première indication sur la différence entre la masse et le poids.*

## Le poids

*L'histoire de la découverte de la gravitation universelle suit les observations des Grecs Aristote et Ptolémée qui mette la terre au centre de l'univers (le monde [géocentrique](#)). Puis par Copernic qui par son livre “[De Revolutionibus Orbium Coelestium](#)”, nous montre que les planètes tournent autour du soleil. Le soleil devient le centre de l'univers et les planètes, dont la terre, tournent autour selon des trajectoires circulaires (le monde [héliocentrique](#)).*

*Galilée célèbre défenseur de la vision copernicienne par ses études entre autres de la chute des corps (rappelons nous sa [géniale expérience de pensée](#) pour prouver que Aristote à tort) et du mouvement de pendule. Sa vision de la terre tournant sur elle-même et son obstination*

lui valurent un procès retentissant. Galilée permit de fixer, de clarifier, de confronter les observations (vitesse, inertie, accélération,..) avec des concepts mathématiques clairs, le langage de la nature, de Dieu donc, est mathématique. Mais en fait, jusqu'à Newton, personne ne formula ce qui permet les mouvements planétaires ou la chute des corps. On les calcule, on trace leurs trajectoires, on prédit les passages de certain objet, on constate les phénomènes des marées (Kepler), mais pas d'explications du "moteur" de ces mouvements. Certain (Kepler, Gilbert) pensent, par exemple, que le magnétisme explique les mouvements planétaires.

## L'ATTRACTION UNIVERSELLE

Cette attraction sera parfaitement décrite par Hooke (1674), puis la loi mathématique décrivant cette attraction sera définie par Newton (1687). En voici l'expression :

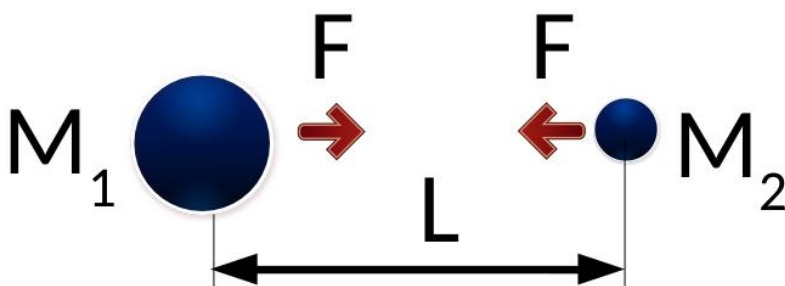
- $F$  : force d'attraction

- $G$  : constante universelle

$$F = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{L^2}$$

- $M_1, M_2$  : masse en présence

- $L^2$  : distance au carré entre les masses



Cette expression définit en elle-même la différence entre le poids et la masse. Il y a une distinction claire entre la force d'attraction et la masse des objets en présence. **Le poids est donc la force d'attraction** entre un objet et un autre objet dans le cas particulier où un des objets est une planète, un astéroïde, une étoile, un objet astronomique massique.

le poids est une force et donc s'exprime en [N] Newton

*Pourquoi l'attraction universelle permet-elle la description du mouvement des planètes ? Si, par exemple, une planète est attirée par son étoile, il lui faut une force qui l'empêche de "tomber" sur l'étoile. C'est la force qui tend à éloigner de son centre tout corps tournant (la force centrifuge). Donc l'équilibre entre la force d'attraction et la force centrifuge (vitesse de rotation) permet à la planète de tourner autour de l'étoile. En fait tous les corps massifs influencent les corps massifs environnant, il y a influence réciproque. Les forces mises en jeu suivent l'expression de Newton.*

## CALCULS DE POIDS

*Vous remarquerez que nous avons défini le poids avant la masse et le poids se calcule avec les valeurs des masses en présence. Donc pour connaître le poids d'un objet, doit-on connaître sa masse ? Oui et ..... non !!*

*Pour connaître le poids par calcul, nous devons connaître les masses des objets en présence (de tous les objets). Mais il est très facile de trouver expérimentalement le poids, sans connaître la masse de tous les objets en présence. En fait, le très gros problème est de connaître la masse des objets et même de définir ce qu'est une masse, comme nous le verrons au chapitre suivant.*

Connaître le poids d'un objet :

*Prenez un peson, une balance électronique ou non, vous mesurez facilement le poids par analyse de la variation de longueur d'un ressort, ou la déformation d'une jauge.*



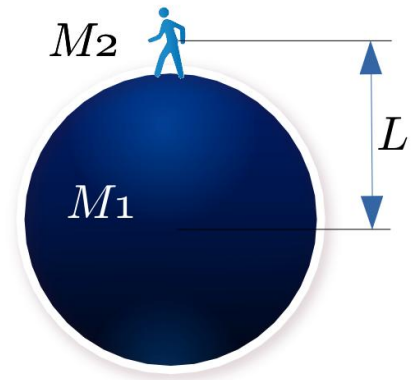


*Ces instruments définissent le poids par la variation de la force auquel ils sont soumis. Il existe une autre catégorie d'instrument pour définir expérimentalement le poids d'un objet, les balances par comparaison :*



*Calculer le poids*

*La [constante gravitationnelle](#) est définie depuis 1748 ( $6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$ ) et a peu varié depuis cette époque, car cette constante est très difficile à mesurer. Néanmoins un rapide calcul pour se persuader que cette valeur semble correcte permet de visualiser le concept de gravité.*



Sur le schéma à droite, vous reconnaissez la terre et moi au-dessus ! Je vous rassure tout de suite je n'ai pas pris la grosse tête et de plus j'ai horreur du froid (le pôle) ! Mais pour les besoins de la cause, imaginons cette situation.

- $M_1$  : la masse de la terre (inutile de chercher je vous la donne :  $5,9722 \times 10^{24}$  kg)
- $M_2$  : idem ma masse est d'environ 70 [Kg] eh oui ! l'unité de la masse c'est les kilos, on y reviendra au chapitre suivant
- $L$  : correspond environ au rayon terrestre, cherchez pas c'est ici : 6 371 km

$$F = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{L^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,9722 \cdot 10^{24} \cdot 70}{(6,371 \cdot 10^6)^2} = 686,9 \text{ [N]}$$

On remarque tout de suite 686,9 [N] correspond à 70 [kg] et comme nos chiffres sont approximatifs, on peut tirer que 1 [Kg] correspond à environ 10[N] à la surface de la terre. Si nous étions sur une autre planète, sa masse et son rayon n'étant pas identique à la terre et comme notre masse ne bouge pas c'est notre poids qui changera ! Afin de se faciliter les choses et comme : la constante universelle, la masse et le rayon terrestre ne changent pas, on introduit une valeur pré-calculée :

$$F = G \cdot \frac{M_1}{L^2} M_2 = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,9722 \cdot 10^{24}}{(6,371 \cdot 10^6)^2} \cdot 70$$

$$F = g \cdot M_2 = 9,81 \cdot 70 = 686,7 [N]$$

*Cette valeur de 9.81 (habituellement notée g) doit vous rappeler quelque chose : la pesanteur ou l'accélération terrestre. Cette grandeur vous donne le poids d'un objet terrestre si vous connaissez sa masse.*

## RÉSUMÉ

*Comme le poids est une force et c'est un abus de langage que de dire " j'ai un poids de 70 [kg]" on devrait dire " j'ai une masse de 70 [kg]" ou bien "j'ai un poids de 700[N]" .*

*Newton définit la force d'attraction terrestre (le poids) par l'attraction universelle et par ailleurs, sa troisième loi de son merveilleux « Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica » décrit la force comme  $F = \text{masse} \times \text{accélération}$  et dans ce contexte on retrouve notre accélération terrestre (g, la pesanteur).*

*Voilà, assez parlé du poids intéressons-nous à la masse !*

## La masse

*Si je me réfère au [système international des unités](#) (SI), il est défini 7 unités de base : le mètre, le kilogramme, la seconde, l'ampère, le kelvin, la mole et la candela.*



Nous reconnaissons bien évidemment, le kilogramme comme grandeur de base et il est intéressant d'aller voir sa [définition](#) écrite en 1889 :

*“Le kilogramme est l'unité de masse ; il est égal à la masse du prototype international du kilogramme”.*

L'unité de masse que nous utilisons couramment est en fait une référence arbitraire liée à un objet physique. Voici une photo de cet objet conservé à Paris. (en fait il y a plusieurs répliques réparties dans le monde, c'est la photo d'une réplique. L'original a trois cloches de protection). En 2011 une différence de masse (quelques microgrammes) entre la référence et les répliques a été constaté. C'est évidemment très ennuyeux et il est activement recherché une méthode s'affranchissant d'un objet physique pour la définition de la masse. Lire quelques articles sur ce sujet : [ici](#), ou [ici](#) ou [là](#).

*Note: Depuis le lundi 20 mai 2019, changement de la définition de la masse, c'est à partir de la constante de Plank (h) et par calcul que cette grandeur fondamentale est définie.*

[Quelques précisions en plus ?](#)

En regardant plus loin dans les définitions des autres unités, nous trouvons la mole dont la définition est :

*“La mole est la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kilogramme de carbone 12.”*

*Ce qui est curieux et contraire à ce que l'on peut entendre : la masse d'un objet n'est-elle pas la quantité de matière de cet objet ? Puisse-que la quantité de mole définit la quantité de matière de cet objet !*

*En fait et c'est souvent une source d'incompréhension : **la masse n'est pas exactement la quantité de matière** d'un objet, mais il faut bien reconnaître que c'est pratique, simple et pas tellement erroné en fin compte que d'assimiler la masse à la quantité de matière, mais c'est pas parfaitement exact.*

## MASSE, QUANTITÉ DE MATIÈRE

*Nous avons vu que sur les quatre forces fondamentales, le poids dépend directement de l'attraction terrestre donc de la gravité. Les trois autres forces (électro-magnétique, faibles et fortes) ont leurs origines dans l'atome, éléments de base de toute la matière qui nous entoure. Si l'on parle de quantité de matière on parle de quantité d'atome.*

### *Quantité d'atome*

*La masse et la quantité de matière sont rigoureusement proportionnelles pour de la matière inerte simple : si je compare un gramme de fer à 10 grammes de fer j'aurais bien 10 fois plus de matière (10x plus d'atomes).*

### *Quantité de matière*

*Les atomes sont constitués de diverses particules élémentaires (up, down, électron), qui sont la matière que nous connaissons. donc si l'on compte le nombre de particules présentent : nous aurons la quantité de matière. En fait cette approche n'est pas juste car d'autres phénomènes interviennent dans la quantité de matière.*

*En comparant la masse d'une matière, du fer avec ses 26 protons par exemple, en additionnant les constituants de son noyau avec la masse d'une autre matière (l'aluminium et ses 13 protons) ayant le même nombre de protons (en prenant deux atomes par exemple), on peut constater que la masse de fer n'est pas identique à la masse de l'aluminium bien*



que leur nombre de protons soit identique. Donc en ayant  $1 \times 26 = 26$  protons ou  $2 \times 13 = 26$  protons nous avons la même quantité de matière mais pas la même masse ! Cette différence s'explique par la différence d'énergie des noyaux et comme  $E = mc^2$  ..... le tour est joué !

😊 [Pour votre culture.](#)

Tout ceci pour dire que la quantité de matière est très difficile à cerner, et donc quantité de matière n'est pas directement comparable à la masse. La masse d'un objet est donc comparée directement à la masse du prototype de l'unité de base. Cette comparaison se fait par le poids des objets, l'instrument de prédilection étant la balance.

Mais, en fait dans la vie courante, il est parfaitement admis que la masse représente la quantité de matière, car à notre échelle les différences atomiques sont négligeables.

## Masse ou poids ?

En résumé leurs différences :

- *La masse est une quantité de matière. (Kilogramme kg)*
- *Le poids est une force. (Newton N)*
- *La masse se détermine pratiquement par la mesure d'un poids.*
- *La référence de la masse est un objet physique concret.*

## Suppléments :

*Pour ceux qui sont curieux et qui veulent plus d'explication sur ce qu'est la masse, je ne peux que vous conseiller de passer quelques minutes à regarder cette vidéo. Super présentation et abordable par TOUS :*

*Une petite vidéo (7'50) sur le problème de l'étalon, la redéfinition de la référence du kilo.*

Et encore une autre petite vidéo (15'54), plus générale orientée sur la mesure.