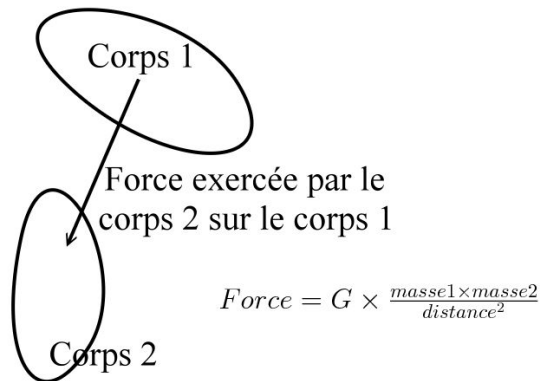


L'Univers.

Qu'est ce que la force de gravitation ?

La force qui régit tous les mouvements dans l'espace est la *force de gravitation*. N'importe quel corps possédant une masse attire tous les autres corps massifs, en exerçant sur eux une force dirigée vers lui.



Ainsi, nous attirons les objets autour de nous, mais aussi Jupiter, ou n'importe quel corps de l'Univers. Cette force est très faible, comparée aux autres forces qui nous entourent. A notre échelle, elle est négligeable: nous ne pouvons pas déplacer un crayon en l'attirant grâce à notre masse. Mais plus l'objet est massif, plus la force est importante: elle est *proportionnelle à la masse des objets*. Un objet deux fois plus massif attire les autres deux fois plus. Ainsi, la Terre étant très massive (environ $10^{24} kg$), elle exerce sur nous une influence importante: elle nous attire vers son centre. C'est ce qui fait qu'on retombe lorsqu'on saute, et qu'on reste à la surface de la Terre. D'autre part, plus la distance entre les deux corps est importante, plus la force est faible. Plus précisément, la force est *inversement proportionnelle au carré de la distance*: si on double la distance, la force est divisée par 4. C'est ce qui explique que, malgré sa masse Jupiter ne nous attire pas suffisamment pour que nous tombions vers elle.

C'est grâce à cette force que les planètes tournent autour du soleil. En réalité, elles passent leur temps à "tomber" vers le Soleil. Mais exactement comme une pierre dans une fronde, leur mouvement leur donne une vitesse qui les pousse à partir au loin. La combinaison de ces deux tendances (tomber vers le Soleil et partir au loin) donne le mouvement de rotation.

Le système solaire : étoile et planètes.

Dans l'état actuel des choses, on considère que le système solaire comporte *huit* planètes tournant autour du Soleil: Mercure, Venus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune. Pluton a été rétrogradé au rang de gros caillou (corps transneptunien pour être précis). Entre Mars et Jupiter se trouve un ceinture d'astéroïdes.

- Une étoile, comme le Soleil, est une *source de lumière*. Le Soleil est une étoile de taille assez moyenne "seulement" 1 392 000 km de diamètre. D'une espérance de vie de 10 milliards d'années, il en a déjà vécu 5.
- Les planètes ne génèrent pas de lumière, elles ne peuvent que la réfléchir. Il existe deux types de planètes :
 1. Les planètes telluriques sont composées de roches, comme la Terre, Mars, Venus ou Mercure.
 2. Les planètes gazeuses, comme Jupiter, Saturne, Uranus ou Neptune. Ces planètes sont elles aussi des boules de gaz, maintenues par la force de gravitation. Bien qu'elles soient très lourdes, elles sont très peu denses: si on "sautait" dedans, on passerait au travers !

Toutes les planètes tournent sur elles mêmes et autour du Soleil. Leur vitesse de révolution (ie mouvement autour du soleil) dépend directement de leur distance: plus elles sont loin, moins elles tournent vite.

	Mercure	Venus	Terre	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune
Masse (par rapport à la Terre)	0.055	0.815	1	0.1	317	95	14	17
Diamètre (km)	5 000	12 000	12 000	6 800	143 000	120 000	50 000	48 000
Distance au Soleil (Mkm)	60	108	150	228	780	1 420	2 900	5 000
Rotation	58j	243j	24h	24h 30	10h	11h	17h	16h
Révolution	88 j	224 j	365 j	686 j	12 ans	29 ans	84 ans	164 ans

Les structures de l'Univers

Les galaxies: un ensemble d'étoiles autour desquelles tournent (parfois) des planètes.

Le Soleil lui même n'est pas immobile. Il tourne autour de quelque chose d'encore plus massif: un trou noir supermassif, 5 millions de fois plus lourd que lui. Environ 200 milliards d'étoiles tournent ainsi autour de Sagittarius, ce trou noir. Ensembles, elles forment la Voie Lactée, notre galaxie, qui s'étend sur près de 100 000 années lumières (1 année lumière = $60 \times 60 \times 24 \times 325 \times 300\,000 \simeq 9\,461,1$ milliards de km). Le Soleil est situé à 28 000 années lumières du centre, et fait un tour en 2.3×10^8 années.

Les amas: un ensemble de galaxies.

La Voie Lactée n'est elle même qu'une galaxie parmi toutes celles qui, attirées entre elles par la force de gravitation, forment des amas. Celui dans lequel se trouve la Voie Lactée est *l'amas local*, qui regroupe les nuages de Magellan et la galaxie d'Andromède.

L'amas local s'inscrit dans une réunion d'amas: le *superamas de la Vierge*.

La vie des étoiles

Une étoile est une énorme boule de gaz enflammée, constituée majoritairement d'hydrogène. Les gaz sont tellement comprimés par la force de gravité que les noyaux des atomes fusionnent: c'est la fusion nucléaire. Cette réaction, très violente, tend à faire "exploser" l'étoile. La vie d'une étoile repose donc sur un équilibre entre la force de gravitation, qui la comprime, et la pression due aux réactions nucléaires. Petit à petit, l'étoile épuise ses constituants. Le coeur de l'étoile s'effondre alors sur lui même, en plusieurs étapes, tandis que les couches externes enflent de plus en plus. A chaque étape, la force de gravitation est plus importante, permettant des fusions impossibles jusqu'alors. La fin de la vie de l'étoile dépend de sa masse:

- Si l'étoile est de taille moyenne, après avoir enflée jusqu'au stade de géante rouge, elle éjecte ses couches externes, pour ne garder que le coeur. Les atomes y sont serrés par la force de gravité, mais la répulsion entre les électrons des différents atomes (deux charges moins se repoussent, et les électrons portent la charge $-e$) suffit à contrebalancer la gravité: l'étoile est devenue une naine blanche.
- Si l'étoile est suffisamment massive, après avoir explosé comme les précédentes, les répulsions électriques ne suffisent pas à contrebalancer la gravitation. Les électrons fusionnent avec les protons des noyaux pour former des neutrons. Compactés, ces neutrons parviennent à résister à la gravité, grâce à un effet quantique. L'étoile est devenue une étoile à neutron. Certaines tournent sur elles même, de façon extrêmement régulière, formant un pulsar.
- Enfin, si l'étoile est encore plus massive, même les neutrons ne parviennent pas à supporter la gravité. L'étoile s'effondre complètement sur elle même, devenant un trou noir.

Les trous noirs sont caractérisés par leur densité, plus que par leur masse: n'importe quel objet peut devenir un trou noir, si il est suffisamment comprimé, sans changer de masse. Par exemple, si on tassait la Terre jusqu'à en faire une balle de tennis, elle deviendrait un trou noir. Lorsqu'un corps est suffisamment compacté, il ne peut plus résister à sa propre force de gravitation: chacune de ses particules veut se rapprocher le plus possible des autres, jusqu'à ce que toutes soient réunies en un point. Si on s'approche trop de ce point, la gravitation est tellement forte que rien ne peut repartir en arrière, même pas la lumière. De loin, on voit donc un "trou" noir, une zone qu'aucune lumière ne traverse.