

Calcul de l'influence gravitationnelle des différentes planètes

Quelle influence exercent sur nous les différentes planètes du Système solaire ?

1. Force de gravitation

On connaît depuis Newton la formule qui permet de calculer la force d'attraction entre deux corps. Elle est proportionnelle aux masses de ces corps (m_1 et m_2) et inversement proportionnelle au carré de la distance d qui les sépare. La formule s'écrit :

$$F = G \frac{m_1 \times m_2}{d^2} \text{ avec } G = 6,67 \times 10^{-11} ; F \text{ est en newtons, } G \text{ en } N \text{ m}^2 \text{ kg}^{-2}, m_1 \text{ et } m_2 \text{ en kg, } d \text{ en m.}$$

Le tableau ci-dessous donne la force d'attraction des différentes planètes sur une personne de 70 kg. Nous y avons ajouté les deux planètes naines, Cérès (qui orbite entre Mars et Jupiter) et Pluton ainsi qu'un nounours tenu dans les bras. Cette force est d'abord donnée en newtons, l'unité légale de poids, puis en pourcentage du poids de la personne sur Terre.

	masse	Distance à la personne		Attraction maximale (pour distance minimale)	
		minimale	maximale	en newtons	en % du poids sur Terre
Mercure	$3,3 \times 10^{23}$ kg	77 Mkm	222 Mkm	$2,6 \times 10^{-7}$ N	0,000 000 038 %
Vénus	$4,9 \times 10^{24}$ kg	38 Mkm	261 Mkm	$1,6 \times 10^{-5}$ N	0,000 0023 %
Terre	6×10^{24} kg	6 370 km	6 370 km	687 N	100 %
Lune	$7,3 \times 10^{22}$ kg	0,356 Mkm	0,407 Mkm	$2,7 \times 10^{-3}$ N	0,000 39 %
Mars	$6,4 \times 10^{23}$ kg	55 Mkm	401 Mkm	1×10^{-6} N	0,000 000 15 %
Cérès	$9,5 \times 10^{20}$ kg	229 Mkm	600 Mkm	$8,4 \times 10^{-11}$ N	0,000 000 000 01 %
Jupiter	$1,9 \times 10^{27}$ kg	589 Mkm	968 Mkm	$2,6 \times 10^{-5}$ N	0,000 0037 %
Saturne	$5,7 \times 10^{26}$ kg	1 200 Mkm	1 660 Mkm	$1,8 \times 10^{-6}$ N	0,000 000 27 %
Uranus	$8,7 \times 10^{25}$ kg	2 200 Mkm	3 160 Mkm	6×10^{-8} N	0,000 000 0087 %
Neptune	1×10^{26} kg	4 310 Mkm	4 690 Mkm	$2,6 \times 10^{-8}$ N	0,000 000 0037 %
Pluton	$1,2 \times 10^{22}$ kg	4 280 Mkm	7 530 Mkm	$3,1 \times 10^{-12}$ N	0,000 000 000 000 5 %
Soleil	2×10^{30} kg	147 Mkm	152,1 Mkm	0,43 N	0,06 %
Nounours	1 kg	10 cm	10 cm	$4,6 \times 10^{-7}$ N	0,000 000 07 %

C'est bien la Terre qui nous attire (100 % de notre poids). En deuxième position, on trouve le Soleil, puis la Lune, Jupiter... mais leur attraction est excessivement faible. On peut remarquer que l'attraction de Cérès est plus importante que celle de Pluton. Celle du nounours est du même ordre de grandeur que celle de Mercure ou de Mars.

2. Force de marée

La force de gravitation dépend de la distance : l'attraction de la Lune sur un point de la Terre proche et celle sur un point plus éloigné sont donc différentes. C'est ce qui est à l'origine des forces de marée de la Lune.

Ces forces sont nettement plus importantes sur l'océan Atlantique qui est d'une taille respectable que sur une mer comme la Méditerranée où elles sont très faibles. Elles deviennent négligeables sur un lac même grand comme le Léman sans parler d'une plante ou d'une personne.

Quand aux forces de marée dues aux autres planètes, elles sont proportionnellement encore plus faibles que les forces d'attraction. En effet, la force de marée est proportionnelle à la puissance 3 de la distance, contre la puissance 2 pour la force de gravitation. On peut comparer les forces de marées dues aux différentes planètes sur la Terre aux forces de marées dues à la Lune. On obtient, par ordre décroissant (pour les distances minimales des planètes) :

Lune : 1 (pris comme unité) ; Soleil : 0,4 ; Vénus : 0,000 05 ; Jupiter : 0,000 006 ; Mars : 0,000 002...

3. Des forces indépendantes de la distance ?

Les distances des planètes sont à des distances telles que les forces gravitationnelles ou de marée qu'elles exercent sur la Terre sont extrêmement faibles. Certains imaginent qu'elles pourraient agir grâce à des forces inconnues indépendantes de la distance. Dans ce cas, les étoiles distantes dont la masse vaut des centaines, des milliers ou des millions de fois la masse de Jupiter devraient avoir une action nettement plus importante...