

## Activité n°2: La gravitation universelle

→ Le Soleil exerce une action attractive sur toutes les planètes. La Terre exerce une action attractive sur la Lune : c'est la gravitation. La Terre exerce également une action attractive sur tous les objets situés à son voisinage : c'est le poids. **Ces actions attractives ont-elles même origine ?**

### A La loi d'attraction universelle

En 1687, Isaac NEWTON a écrit un texte que l'on peut traduire ainsi : « L'action qui retient la Lune dans son orbite est dirigée vers la Terre. Sa valeur est inversement proportionnelle au carré de la distance entre le centre de la Lune et celui de la Terre. [...] Elle est proportionnelle à la quantité de matière (la masse) que chaque corps contient. »

Ce texte peut se généraliser par l'énoncé suivant :

La valeur de l'**action attractive**  $F_{A/B}$  qu'exerce un corps A, de masse  $m_A$  et de centre  $C_A$ , sur un corps B, de masse  $m_B$  et de centre  $C_B$  (**doc. 4**), est donnée par l'expression littérale :

$$F_{A/B} = G \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

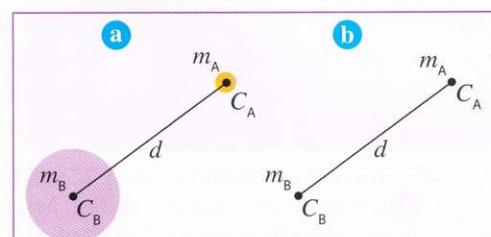
avec les masses  $m_A$  et  $m_B$  en kg et la distance  $d$  entre  $C_A$  et  $C_B$  en m.  $G$  est la **constante universelle de gravitation** ; sa valeur est :

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}.$$

1. Montrer que le texte de NEWTON est en accord avec l'expression littérale de  $F_{A/B}$ .



**doc. 3** NEWTON aurait imaginé la loi d'attraction universelle en voyant tomber une pomme.



**doc. 4** Pour calculer la valeur de l'action attractive exercée par un corps sur un autre (a), on considère que la masse de chaque corps est concentrée en son centre (b).

### B Attraction universelle et poids des objets



• Recopier les données du tableau ci-dessous dans un tableur.

	Mercure	Vénus	Terre	Lune	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune	Soleil
<b>Diamètre (km)</b>	4 878	12 104	12 756	3 476	6 794	142 984	120 536	51 118	49 922	1 392 530
<b>Distance moyenne au Soleil (<math>\times 10^6</math> km)</b>	57,9	108,2	149,6	149,6	227,9	778,3	1 427,0	2 871,0	4 497,1	
<b>Masse (<math>\times 10^{24}</math> kg)</b>	0,33	4,87	5,98	0,0735	0,642	1 899	568	86,8	102	$1,98 \times 10^6$

• Sur une 5<sup>e</sup> ligne, entrer la formule permettant de calculer la valeur de l'action attractive exercée par le Soleil sur chacune des planètes.

• Sur une 6<sup>e</sup> ligne, entrer la formule permettant de calculer la valeur de l'action attractive exercée par chaque astre sur un objet de masse  $m = 50$  kg, placé à sa surface.

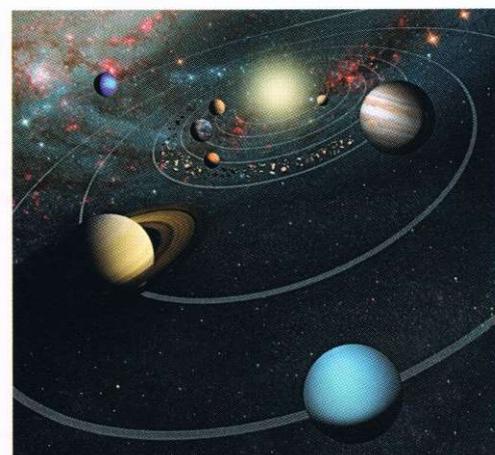
2. Le Soleil exerce-t-il une action attractive de même valeur sur tous les corps du système solaire ?

**Rappel de 3<sup>e</sup>** : La valeur du poids  $P$  d'un objet de masse  $m$  situé à la surface de la Terre est :  $P = m \times g$ , avec  $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

3. Calculer la valeur du poids d'un objet de masse  $m = 50$  kg se trouvant sur Terre et la comparer avec la valeur de l'action attractive qu'exerce la Terre sur l'objet.

4. En déduire la valeur du poids de cet objet à la surface de la Lune.

5. Calculez le rapport entre le poids de l'objet sur la Terre et son poids sur la Lune. Conclure.



**doc. 5** Les planètes du système solaire subissent une attraction exercée par le Soleil.

# CORRECTION

## A. La loi d'attraction universelle

1) D'après le texte, la valeur de l'action qui retient la Lune autour de la Terre est « inversement proportionnelle au carré de la distance entre le centre de la Lune et celui de la Terre ». Donc la valeur de l'action attractive dépendra de  $\frac{1}{d^2}$  ce qui est bien le cas de  $F_{A/B}$ .

La valeur est « proportionnelle à la quantité de matière (la masse) que chaque corps contient ». Donc l'expression de  $F_{A/B}$  doit contenir les masses des 2 corps en interaction, ce qui est bien le cas puisque  $F_{A/B}$  dépend, à la fois, de  $m_A$  et  $m_B$ .

## B. Attraction universelle et poids des objets

	Mercure	Vénus	Terre	Lune	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune	Soleil
Diamètre (km)	4878	12104	12756	3476	6794	142984	120536	51118	49922	1392530
Distance moyenne au Soleil ( $\times 10^6$ km)	57,9	108,2	149,6	149,6	227,9	778,3	1427	2871	4497,1	
Masse ( $\times 10^{24}$ kg)	0,33	4,87	5,98	0,0735	0,642	1899	568	86,8	102	$1,98 \times 10^6$
Attraction gravitationnelle Du Soleil (en N)	$1,30 \times 10^{22}$	$5,49 \times 10^{22}$	$3,53 \times 10^{22}$	$4,34 \times 10^{20}$	$1,63 \times 10^{21}$	$4,14 \times 10^{23}$	$3,68 \times 10^{22}$	$1,39 \times 10^{21}$	$6,66 \times 10^{20}$	
Attraction gravitationnelle sur masse de 50 kg (en N)	185	443	490	81	185	1239	521	443	545	

2) L'action attractive du Soleil n'est pas la même sur tous les corps du système solaire puisque les valeurs sont différentes (5<sup>ème</sup> ligne du tableau).

3) On applique la relation donnée dans l'énoncé :  $P = m \times g$  :

Poids sur Terre :

$$P = 50 \times 9,81 = \mathbf{490 \text{ N}}$$

Force d'attraction de la Terre :

$$F_{T/m} = \mathbf{490 \text{ N}}$$
 (dernière ligne et 4<sup>ème</sup> colonne du tableau)

⇒ On en conclue que l'intensité du poids de la masse  $m$  sur la Terre et l'intensité de la force d'attraction qu'exerce la Terre sur cette même masse sont identiques :

$$\boxed{P = F_{T/m}}$$

4) Pour connaître la valeur du poids de cette masse sur la Lune, il suffit de connaître l'intensité de la force d'attraction qu'exerce la Lune sur cette même masse :

$$\boxed{P_L = F_{L/m} = \mathbf{81 \text{ N}}}$$
 (5<sup>ème</sup> colonne du tableau)

5)  $P / P_L = 490 \div 81 \cong 6$

⇒ L'intensité du poids d'un objet est environ 6 fois plus faible sur la Lune que sur la Terre.

