3ème

Chap 1 : La gravitation

Objectifs :
- Savoir définir l'action de **gravitation**.
- Savoir que la gravitation gouverne tout **l'Univers**.
- Savoir décrire les **caractéristiques** d'une force gravitationnelle.
- Savoir utiliser la **formule** de la loi de gravitation universelle.
- Savoir représenter une force gravitationnelle.

Activité documentaire : Qu'est-ce que la gravitation ?

La gravitation est une action mécanique expliquant notamment la révolution des planètes du Système solaire autour du Soleil, celle de la Lune autour de la Terre, le maintien d'un objet au sol ou sa chute lorsqu'il est lâché en hauteur.

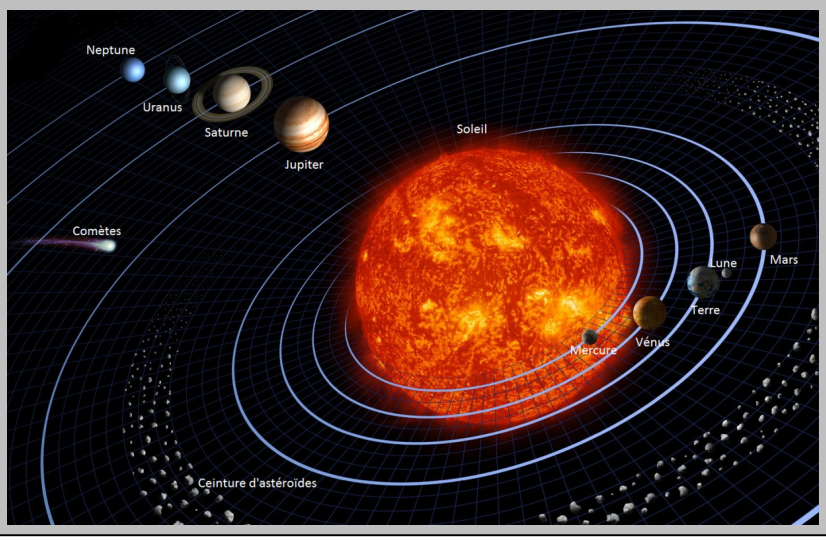
Cette activité permet d'approfondir la notion de **gravitation** et de découvrir **la formule** de la **loi de gravitation universelle,** rédigée en 1687 par **Isaac Newton**, mathématicien et physicien anglais.



Isaac Newton
(1643 – 1727)

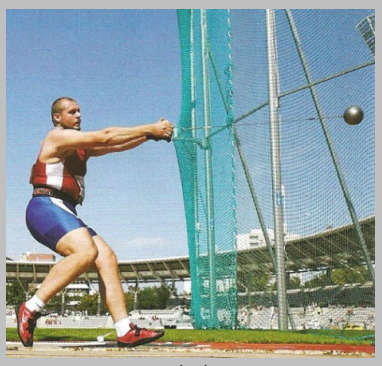
Lire attentivement les documents puis répondre aux questions.

*Le Système solaire est constitué d'**une étoile** (le Soleil), de **huit planètes** qui orbitent autour de celle-ci sur des trajectoires quasi-circulaires.*
*D'autres petits corps tournent autour du Soleil : cinq **planètes naines**, des **comètes** (des corps rocheux enveloppés de glace) et la ceinture d'**astéroïdes** (un ensemble de plusieurs millions de corps rocheux) située entre Mars et Jupiter.*
*La plupart des planètes possèdent des **satellites naturels** qui tournent autour de celles-ci. La Terre en possède un seul : la Lune. Mars en possède deux et Jupiter en possède plus d'une soixantaine.*
Le Soleil concentre à lui seul plus de 99 % de la masse totale du Système solaire.



Doc 1 – Le système solaire

Le lancer de marteau est une discipline de l'athlétisme qui consiste à lancer une boule (marteau) le plus loin possible.
Premièrement, le lanceur fait tourner le marteau autour de lui pour lui permettre d'atteindre une vitesse importante. Le lanceur lâche ensuite le filin qui permettait de retenir le marteau.



Etape 1 du lancer :

le lanceur exerce une action sur le marteau.



Etape 2 du lancer :

le lanceur n'exerce plus d'action sur le marteau.



Photographie d'un marteau

Doc 2 – Le lancer de marteau

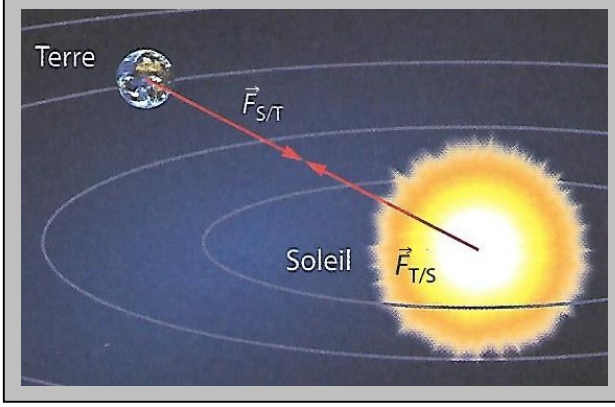
*Le Soleil attire les planètes mais les planètes attirent aussi le Soleil. La gravitation est donc une action réciproque : on dit que c'est une **interaction gravitationnelle**.*

*Comme toute action mécanique, la gravitation peut être modélisée par une **force** (voir schéma ci-dessous). Par exemple, la force représentant l'attraction exercée par le Soleil sur la Terre (notée $\vec{F}_{S/T}$) a les caractéristiques suivantes :*

- *point d'application : le centre de la Terre ;*
- *direction : droite passant par les centres de la Terre et du Soleil ;*
- *sens : vers le Soleil ;*
- *valeur déterminée par la formule suivante (loi de gravitation universelle) :*

$$F_{S/T} = G \times \frac{m_S \times m_T}{d^2}$$

$F_{S/T}$ *est exprimée en* **newton (N)** ;
m_S *et* m_T *sont respectivement les* ***masses*** *du Soleil et de la Terre, exprimées en* **kilogramme (kg)** ;
d *est la* ***distance*** *entre le centre du Soleil et celui de la Terre, exprimée en* **mètre (m)** ;
G *est la constante de gravitation universelle et vaut* $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ ($N.m^2.kg^{-2}$).

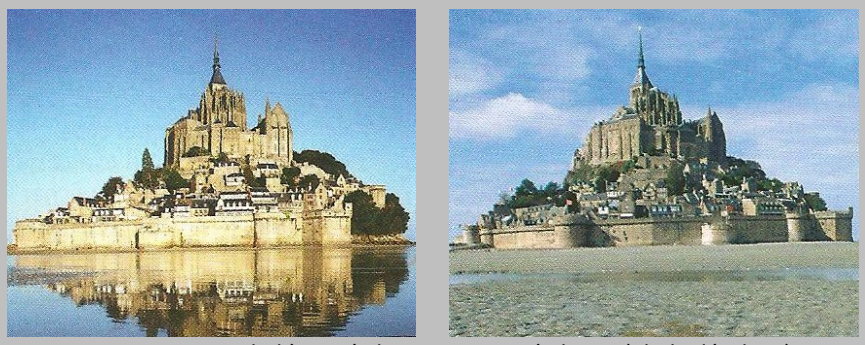


Remarque :

Les forces $\vec{F}_{S/T}$ et $\vec{F}_{T/S}$ étant de même valeur, leurs flèches sont de même longueur.

Doc 3 – Modélisation de la gravitation par une force

Les marées correspondent à la variation du niveau de la mer. Elles résultent de l'attraction gravitationnelle exercée par la Lune et le Soleil sur les masses d'eau des océans qui recouvrent la Terre. La Lune étant plus proche que le Soleil, son action est prépondérante sur celle du Soleil.



Le Mont-Saint-Michel à marée haute puis marée basse (6h de décalage).

Doc 4 – Le phénomène des marées

→ **vidéo sur le lancer de marteau**

Questions :

1) Comparer l'action du **lanceur sur le marteau** et l'action du **Soleil sur une planète** :
indiquer dans le tableau suivant au minimum **deux points communs et une différence.**

Points communs	Différence(s)
Les deux actions sont attractives. Les trajectoires du marteau et des planètes sont circulaires.	L'action du lanceur sur le marteau est une action de contact alors que celle du Soleil sur les planètes est une action à distance.

2) Que se passe-t-il lorsque le lanceur lâche le marteau ?
Que se produirait-il si le Soleil n'exerçait plus d'action sur les planètes ?

Si le lanceur lâche le marteau, ce dernier quitte la trajectoire circulaire.
Si le Soleil n'exerçait aucune action sur les planètes alors elles se disperseraient dans l'espace.

3) On dit que la gravitation est une « **interaction gravitationnelle** ». Expliquer cette expression.

La gravitation est interaction gravitationnelle car c'est une action réciproque.
Exemple : le Soleil attire les planètes mais ces dernières attirent également le Soleil.

4) Quel **phénomène naturel** montre que l'action de la Terre sur la Lune est réciproque ?

Ce sont les marées. → **vidéo de Jamy**

5) La masse du Soleil vaut $m_S = 2 \times 10^{30}$ kg et celle de la Terre vaut $m_T = 6 \times 10^{24}$ kg.
La distance entre leurs centres vaut $d = 150 \times 10^6$ km.

Quelle **formule** utilise-t-on pour déterminer la valeur de la force gravitationnelle $F_{S/T}$ exercée par le Soleil sur la Terre ? **Calculer cette valeur (écrire le calcul).**

Pour déterminer la valeur de la force gravitationnelle $F_{S/T}$, on utilise la formule suivante : $F_{S/T} = G \times \frac{m_S \times m_T}{d^2}$

Conversion de la distance d en mètre : $d = 150 \times 10^6$ km $= 150 \times 10^9$ m $= 1{,}5 \times 10^{11}$ m.
Calcul de la valeur de la force gravitationnelle :

$$F_{S/T} = 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{2 \times 10^{30} \times 6 \times 10^{24}}{(1{,}5 \times 10^{11})^2} \approx 3{,}6 \times 10^{22} \text{ N}$$

La force gravitationnelle existant entre le Soleil et la Terre a une valeur d'environ **$3{,}6 \times 10^{22}$ N**.

6) En s'aidant des caractéristiques de la force gravitationnelle $\vec{F}_{S/T}$ exercée par le Soleil sur la Terre, indiquer les **caractéristiques** de la force gravitationnelle $\vec{F}_{T/S}$ exercée par la Terre sur le Soleil.

Point d'application : centre du Soleil ;
Direction : droite passant les centres du Soleil et de la Terre ;
Sens : vers la Terre
Valeur : $F_{T/S} \approx 3{,}6 \times 10^{22}$ N

7) D'après la formule de la loi gravitationnelle, préciser **comment évolue la valeur de la force** si :
- si la masse des astres augmente ;
- si la distance entre les astres augmente.

D'après la formule de la loi gravitationnelle, on constate que si la masse des astres augmente (placées au numérateur dans la formule) alors la valeur de la force gravitationnelle augmente également.
En revanche, si la distance entre les astres augmente (placée au dénominateur dans la formule) alors la valeur de la force gravitationnelle diminue.

Bilan :

La **gravitation** permet d'expliquer la formation du **Système solaire**. Ce dernier est composé d'une **étoile** (le **Soleil,** représentant **99 %** de la masse totale), de **huit planètes**, de **planètes naines**, de **satellites naturels**, d'**astéroïdes** et de **comètes.**

La **gravitation** (ou **action gravitationnelle**) est une **interaction** car c'est une action **réciproque**.
La gravitation est une action **attractive à distance** existant entre la Terre et la Lune, entre les planètes et le Soleil, et plus généralement entre deux **objets** ayant une **masse**. Elle gouverne donc tout l'**Univers** : on parle de gravitation **universelle**.