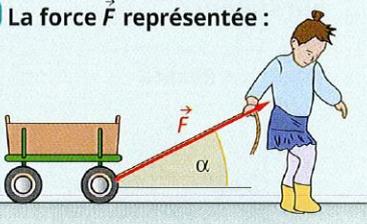


## Exercices Ch 7 : modélisation d'une action

### Exercices p 162 n°1,2,3,4,5

	A	B	C
1 Une action mécanique peut être :	à distance.	de contact.	ni à distance, ni de contact.
2 Une action mécanique est modélisée par une force notée :	$\vec{F}_{\text{ystème extérieur/système étudié}}$	$\vec{F}_{\text{ystème extérieur/système étudié}}$	$\vec{F}_{\text{ystème étudié}}$
3 L'unité de la valeur de la force est :	le kilogramme.	le pascal.	le newton.
4 On représente une force par :	une droite.	un vecteur.	un segment.
5 La force $\vec{F}$ représentée : 	est la force qui modélise l'action exercée par le chariot sur la fille.	est la force qui modélise l'action exercée par la fille sur le chariot.	a une direction d'angle $\alpha$ avec l'horizontale et un sens de la droite vers la gauche.

1. **A et B**

2. **A**

3. **C**

4. **B**

5. **B**

### Exercices 6,7,8,9

	A	B	C
6 L'expression vectorielle de la force d'interaction gravitationnelle entre deux systèmes A et B est :	$\vec{F}_{A/B} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d} \cdot \vec{u}_{BA}$	$\vec{F}_{A/B} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2} \cdot \vec{u}_{BA}$	$\vec{F}_{B/A} = -G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2} \cdot \vec{u}_{BA}$
7 L'expression vectorielle du poids d'un système S à proximité d'un astre A est :	$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$	$\vec{P} = m \cdot \left( \frac{G \cdot m_A}{R^2} \right) \cdot \vec{u}_{SA}$	dirigée suivant la verticale du lieu.
8 La force modélisant l'action d'un support est :	horizontale.	verticale.	perpendiculaire au support.
9 La force modélisant l'action d'un fil sur un système a pour direction le fil. Le sens est :	toujours vertical.	du système vers le fil.	du fil vers le système.

6. **B et C**

7. **A, B et C**

8. **C**

9. **B**

## Exercice 10,11,12

	A	B	C
10 Lorsque l'on enfonce un clou avec un marteau dans une planche :	le marteau exerce une action mécanique sur le clou.	le clou exerce une action mécanique sur le marteau.	le clou exerce une action mécanique sur la planche.
11 $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$ implique que les forces ont :	même direction.	même sens.	même valeur.
12 La loi qui énonce cette égalité des forces $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$ est :	le principe des actions réciproques.	la première loi de Newton.	la troisième loi de Newton.

10. **A, B et C**

11. **A et C**

12. **A et C**

## Exercices 18

### 18 Action de contact ou action à distance ?

Indiquer si les actions suivantes sont des actions à distance ou des actions de contact.

1. L'action du pied sur un ballon.
2. L'action de la Terre sur un ballon.
3. L'action de la Terre sur la Lune.
4. L'action du vent sur une planche à voile.

1. L'action du pied sur un ballon est une action **de contact**.

2. L'action de la Terre sur un ballon est une action **à distance**.

3. L'action de la Terre sur la Lune est une action **à distance**.

4. L'action du vent sur une planche à voile est une action **de contact**.

## Ex 20

### 20 Le bon modèle

Quatre élèves ont représenté l'interaction gravitationnelle entre la Terre et la Lune en justifiant leur construction.

Quel élève a représenté correctement les forces modélisant cette interaction ?

Corriger les copies avec erreurs.

Anne



The diagram shows two points, T (Earth) and L (Moon), on a horizontal line. A blue arrow labeled  $\vec{F}_{LIT}$  points from T to the left. A red arrow labeled  $\vec{F}_{TIL}$  points from L to the right.

La terre et la Lune se repoussent sinon elles se percuteraient.

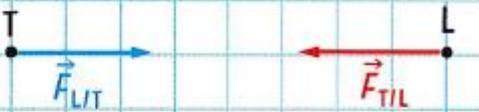
Brahim



The diagram shows two points, T (Earth) and L (Moon), on a horizontal line. A red arrow labeled  $\vec{F}_{TIL}$  points vertically downwards from L.

La Lune subit une interaction qui la fait tourner autour de la Terre, donc dans le sens de rotation.

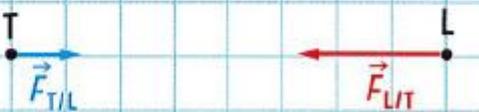
Sophia



The diagram shows two points, T (Earth) and L (Moon), on a horizontal line. A blue arrow labeled  $\vec{F}_{LIT}$  points from T to the right. A red arrow labeled  $\vec{F}_{TIL}$  points from L to the left.

La Terre et la Lune s'attirent mutuellement avec la même intensité mais en sens opposés.

Thomas



The diagram shows two points, T (Earth) and L (Moon), on a horizontal line. A blue arrow labeled  $\vec{F}_{TIL}$  points from T to the right. A red arrow labeled  $\vec{F}_{LIT}$  points from L to the left. The red arrow is longer than the blue arrow.

La Terre attire plus la Lune que l'inverse parce qu'elle est plus lourde.

**Seule Sophia** à représenté le bon modèle.

Directions : **droite TL**

Sens : **Attractives et opposés**

Valeurs : **Identiques (principe d'interaction)**

## Ex 22

### 22 Encore Io et Jupiter !



Si la planète Jupiter attire sa lune Io, alors Io attire Jupiter.

#### **Données :**

Masse de Io :  $M_I = 8,93 \times 10^{22} \text{ kg}$ .

Masse de Jupiter :  $M_J = 1,90 \times 10^{27} \text{ kg}$ .

Distance Jupiter-Io :  $d = 4,22 \times 10^5 \text{ km}$ .

Constante de gravitation universelle :

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

Échelle des forces : 1,0 cm représente  $3,00 \times 10^{22} \text{ N}$ .

1. Donner l'expression vectorielle de la force d'interaction  $\vec{F}_{I/J}$  ?
2. Calculer la valeur de cette force.
3. Tracer cette force à l'échelle donnée ci-dessous.

#### **1. Expression vectorielle**

$$\vec{F}_{I/J} = G \cdot \frac{M_I \cdot M_J}{d^2} \cdot \vec{u}_{JI}$$

#### **2. Valeur de cette force**

$$F_{I/J} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{8,93 \times 10^{22} \times 1,90 \times 10^{27}}{(4,22 \times 10^8)^2}$$

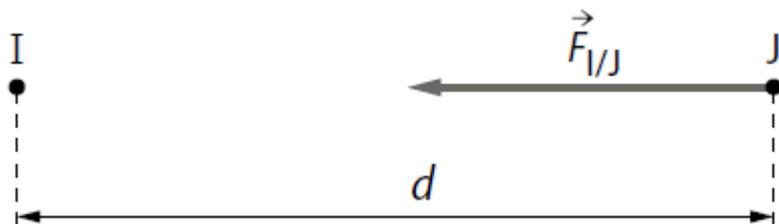
$$F_{I/J} = 6,35 \times 10^{22} \text{ N}$$

### 3. Représentation

D'après l'échelle la longueur de représentation doit être de

$$\ell = \frac{6,35 \times 10^{22} \times 1,0}{3,00 \times 10^{22}}$$

$$\ell = 2,1 \text{ cm}$$



### Ex 23

## 23 Le poids sur différentes planètes

On donne les masses de trois planètes et les intensités de pesanteur moyenne  $g$  à leur surface.

Planète	Masse (en kg)	$g$ (en $\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$ )
Mercure	$3,3 \times 10^{23}$	2,9
Terre	$6,0 \times 10^{24}$	9,8
Jupiter	$1,9 \times 10^{27}$	26

De plus, les valeurs de l'intensité de pesanteur sont différentes sur Terre. Par exemple à Paris,  $g$  vaut  $9,811 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ , au sommet du mont Blanc  $9,792 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

1. D'après les données de l'exercice, de quelles grandeurs dépend l'intensité de pesanteur ?

2. En utilisant le fait que l'intensité de la force qui modélise l'attraction subite par un objet à la surface d'un astre est égale à la valeur de son poids, rappeler la relation justifiant la réponse à la question 1.

1. D'après l'énoncé l'**intensité** semble **dépendre inversement** de l'**altitude** et **directement** de la **masse** de la **planète**.

2. En supposant que le poids  $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$  soit équivalent à la force de gravitation  $\vec{F}_{\text{astre/système}} = m \cdot \left( \frac{G \cdot m_A}{(R+h)^2} \right) \cdot \vec{u}_{SA}$ .

$$\vec{g} = \frac{G \cdot m_A}{(R+h)^2} \cdot \vec{u}_{SA}$$

Par identification on voit que

## Ex 26

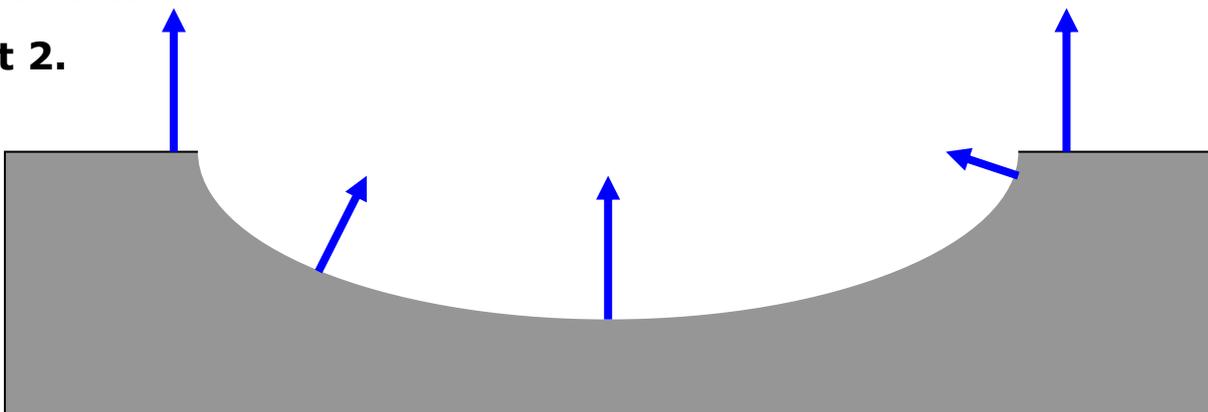
### 26 Le skatepark

Un skateur glisse sur une piste bien lisse constituée d'une cuvette comme le montre la photographie suivante.



1. Représenter sur un schéma les trois parties de la piste.
2. Sur chaque partie, représenter en un point  $S$  sans souci d'échelle, la force modélisant l'action de la piste sur le skateboard  $S$ .

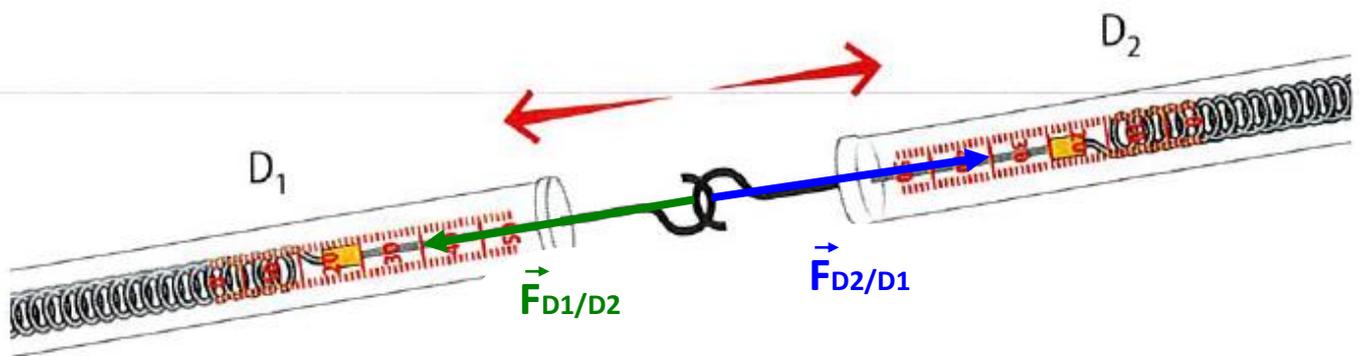
**1 et 2.**



## Ex 28

### 28 Dynamomètres

Un technicien de laboratoire accroche entre eux deux dynamomètres ( $D_1$ ) et ( $D_2$ ) et les écarte l'un de l'autre.



1. En justifiant les réponses, comparer :
  - a. les directions des actions  $D_1/D_2$  et  $D_2/D_1$  ;
  - b. le sens des actions  $D_1/D_2$  et  $D_2/D_1$  ;
  - c. les valeurs mesurées par les dynamomètres.
2. Tracer, sans souci d'échelle, au point de contact des deux dynamomètres, les forces  $\vec{F}_{D_1/D_2}$  et  $\vec{F}_{D_2/D_1}$  modélisant les actions mécaniques.

1. a. Les dynamomètres sont sur une même ligne. La **direction** des actions est donc la **même**.

b. Les dynamomètres s'étirent en sens opposés. Les **sens** des actions sont donc **opposés**.

c. Les dynamomètres indiquent la même valeur. Les actions ont donc **même valeurs**.

2. D'après les observations ci-dessus : voir schéma

## Ex 35

### 35 Coucher de Soleil



Installée sur sa terrasse de maison, Julie révise son cours de physique. Elle s'octroie une pause devant le magnifique coucher de Soleil, et se demande :

« Comment se fait-il que je sois plus attirée par la Terre que par le Soleil, alors que le Soleil est 334 000 fois plus lourd que la Terre ? La force d'interaction gravitationnelle étant proportionnelle à la masse des objets en interaction, je devrais être 334 000 fois plus attirée par le Soleil que par la Terre ! »

#### **Données :**

*Masse de Julie :  $m = 55 \text{ kg}$ .*

*Distance Terre-Soleil :  $d_{\text{Terre-Soleil}} = 1,50 \times 10^8 \text{ km}$ .*

**1.** Exprimer la relation vectorielle modélisant l'interaction gravitationnelle exercée par un corps céleste de masse  $M$  sur Julie de masse  $m$ , située à une distance  $d$  du centre de ce corps céleste.

**2.** Quel élément important Julie n'a-t-elle pas pris en compte lors de son raisonnement ?

**1.**

$$\vec{F}_{C/J} = G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2} \cdot \vec{u}_{JC}$$

**2. a. Julie n'a pas pris en compte la distance qui la sépare des 2 astres.**

$$F_{T/J} = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}$$

$$F_{T/J} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,97 \times 10^{24} \times 55}{(6\,371 \times 10^3)^2} = 540 \text{ N}$$

La valeur de la force modélisant l'interaction exercée par le Soleil S sur Julie est :

$$F_{S/J} = G \cdot \frac{M_S \cdot m}{d_{TS}^2}$$

$$F_{S/J} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{334\,000 \times 5,97 \times 10^{24} \times 55}{(1,50 \times 10^8 \times 10^3)^2}$$

$$F_{S/J} = 0,325 \text{ N}$$

$$\text{b. } \frac{F_{T/J}}{F_{S/J}} = \frac{540}{0,325} = 1,66 \times 10^3$$

L'action d'attraction du Soleil sur Julie est négligeable par rapport à celle de la Terre sur Julie.

**Ex 41****41 Le billard français**

Le billard français est un jeu constitué de trois billes (deux blanches notées  $B_1$  et  $B_2$  et une rouge notée  $R$ ), chacune de diamètre  $d = 61,5$  mm et de masse  $m = 209$  g.

Les deux billes blanches sont en contact.

1. Donner l'expression vectorielle de la force  $\vec{F}_{B_1/B_2}$ .
2. Calculer la valeur de la force  $F_{B_1/B_2}$  et représenter  $\vec{F}_{B_1/B_2}$  en donnant l'échelle choisie.
3. a. Calculer le poids d'une bille avec  $g = 9,81$  N · kg<sup>-1</sup>.  
b. Comparer cette valeur du poids à celle de la force  $F_{B_1/B_2}$ .  
Que peut-on en conclure ?

$$\vec{F}_{B_1/B_2} = G \cdot \frac{m \cdot m}{d^2} \cdot \vec{u}_{B_2 B_1} = G \cdot \frac{m^2}{d^2} \cdot \vec{u}_{B_2 B_1}$$

$$2. \vec{F}_{B_1/B_2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{(209 \times 10^{-3})^2}{(61,5 \times 10^{-3})^2}$$

$$\vec{F}_{B_1/B_2} = 7,70 \times 10^{-10} \text{ N}$$

En choisissant une échelle de 1,0 cm pour  $1,0 \times 10^{-10}$  N, le vecteur force aura une longueur de 7,7 cm.



$$\vec{F}_{B_1/B_2} = G \cdot \frac{m \cdot m}{d^2} \cdot \vec{u}_{B_2 B_1} = G \cdot \frac{m^2}{d^2} \cdot \vec{u}_{B_2 B_1}$$

2.

$$F_{B_1/B_2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{(209 \times 10^{-3})^2}{(61,5 \times 10^{-3})^2}$$

$$F_{B_1/B_2} = 7,70 \times 10^{-10} \text{ N}$$

3. a.  $P = mg = 203 \times 10^{-3} \times 9,8 = 2,05 \text{ N}$

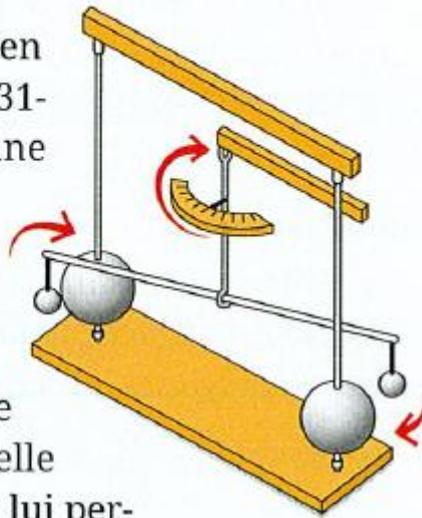
b.  $P/F = 2,66 \times 10^9$

## Ex 42

### 42 Expérience de Cavendish HISTOIRE DES SCIENCES

À la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, le physicien britannique Henry Cavendish (1731-1810) réalisa une expérience avec une balance de torsion qui lui permit de mesurer la force entre une sphère fixe et une autre portée par un pendule.

Il en déduit la première valeur de la constante de gravitation universelle  $G = 6,754 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ , ce qui lui permit ensuite de déterminer la masse de la Terre.



1. Donner  $\vec{g}$  l'expression vectorielle du champ de pesanteur à la surface de la Terre.
2. En déduire l'expression de la masse de la Terre  $M_T$  en fonction de la constante de gravitation universelle  $G$ , du rayon de la Terre  $R_T$  et de l'intensité de pesanteur  $g$  sur Terre.
3. Calculer la masse de la Terre pour une intensité de pesanteur moyenne de  $9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$  et retrouver ainsi le résultat de Cavendish.

**42** 1. L'expression vectorielle du champ de pesanteur à la surface de la Terre est :

$$\vec{g} = \frac{G \cdot M_T}{R_T^2} \cdot \vec{u}_{OT}$$

2. L'expression de la masse de la Terre est :

$$M_T = \frac{g \cdot R_T^2}{G}$$

3. La masse de la Terre qu'en a déduit Cavendish est :

$$M_T = \frac{9,81 \times (6\,371 \times 10^3)^2}{6,754 \times 10^{-11}}$$

$$M_T = 5,90 \times 10^{24} \text{ kg}$$

### **43** Jules Verne

#### **Ex 43**

Dans le roman *Autour de la Lune* de l'écrivain Jules Verne, les héros ont pris place à l'intérieur d'un projectile-boulet, qu'un canon a propulsé en direction de la Lune.



« On sait que l'attraction, autrement dit la pesanteur, est proportionnelle aux masses et en raison inverse du carré des distances. De là cette conséquence : si la Terre eût été seule dans l'espace, si les autres corps célestes, se fussent subitement annihilés, le projectile, d'après la loi de Newton, aurait d'autant moins pesé qu'il se serait éloigné de la Terre, mais sans jamais perdre entièrement

son poids, car l'attraction terrestre se fût toujours fait sentir à n'importe quelle distance.

Mais dans le cas actuel, un moment devait arriver où le projectile ne serait plus aucunement soumis aux lois de la pesanteur, en faisant abstraction des autres corps célestes dont on pouvait considérer l'effet comme nul.

En effet, la trajectoire du projectile se traçait entre la Terre et la Lune. À mesure qu'il s'éloignait de la Terre, l'attraction terrestre diminuait en raison inverse du carré des distances, mais aussi l'attraction lunaire augmentait dans la même proportion. Il devait donc arriver un point où, ces

215,9 x 279,4 mm

**Données :** Distance Terre-Lune :  $D = 3,84 \times 10^5$  km.

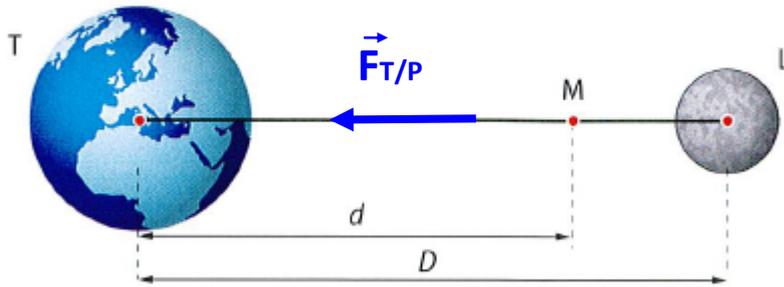
Masse de la Lune, supposée ponctuelle :  $M_L = 7,35 \times 10^{22}$  kg.

1 lieue = 4,83 km.

1. À quelle loi Jules Verne fait-il référence dans la première partie de son texte ?

2. a. Donner l'expression vectorielle de la force modélisant l'interaction gravitationnelle exercée par la Terre sur le projectile de masse  $m$ .

b. Représenter sur un schéma cette force.



3. Expliquer pourquoi le point M représente la position où le projectile est soumis à des actions qui se neutralisent. Faire un schéma explicatif.

4. Déterminer la distance  $d$  entre la Terre et le point M, et vérifier la dernière phrase du texte de Jules Verne.

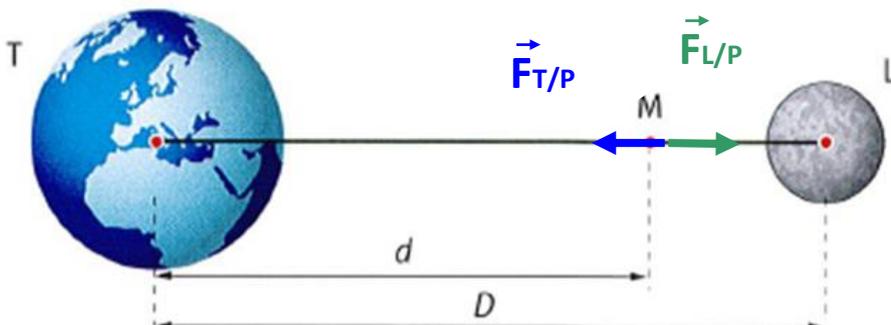
1. Jules Verne fait référence à la **loi de gravitation universelle** de Newton.

2. a. Expression vectorielle de l'action gravitationnelle qu'exerce la Terre sur le projectile de masse  $m$ .

$$\vec{F}_{T/P} = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{d^2} \cdot \vec{u}_{PT}$$

b. **Voir schéma**

3. Au point M l'action de gravitation de la Terre sur le Projectile  $\vec{F}_{T/P}$  est égale à l'action de gravitation de la Lune sur le Projectile  $\vec{F}_{L/P}$  mais de sens opposé.



#### 4. Calcul de la distance d

Il faut que les valeurs des 2 forces soient identiques :

$$F_{T/P} = \text{est } F_{L/P}$$

$$G \times M_T \times m / d^2 = G \times M_L \times m / (D-d)^2$$

$$(D-d)^2 / d^2 = M_L / M_T$$

$$M_L / M_T = (D-d)^2 / d^2$$

$$(M_L / M_T)^{1/2} = (D-d) / d$$

$$d \times (M_L / M_T)^{1/2} = (D-d)$$

$$d \times [1 + (M_L / M_T)^{1/2}] = D$$

$$d = D / [1 + (M_L / M_T)^{1/2}]$$

$$d = 3,48 \times 10^8 \text{ m ou } 3,48 \times 10^5 \text{ km}$$

$$\text{Soit } 3,48 \times 10^5 / 4,83 = 7,16 \times 10^4 \text{ Lieues}$$

Valeur voisine de celle de Jules Vernes 78000 lieues

#### Ex 44.

Thomas semble voler dans l'ISS. Il ne subit donc **pas de réaction** des parois de la station. Par contre il subit toujours l'action de **gravitation de la Terre**. Même si l'**intensité de pesanteur est moins grande** en altitude on peut considérer qu'il n'est soumis qu'à son poids. Il est donc en **chute libre**. Mais l'ISS aussi est en chute libre. Ils **tombent** donc **continuellement ensemble**. **Thomas** semble donc **flotter** dans la **station** comme des **billes** sembleraient **flotter** dans un **grand carton** que l'on a jeté d'une falaise. Bien évidemment pour le carton et les billes le vol est de courte durée.