

Première Spécialité Physique-Chimie	Thème : Mouvements et interactions	M GINEYS M / M.KUNST-MEDICA	 Frères des Écoles Chrétiennes
<b>Chapitre 3 : Interactions, forces et champs</b>		Cours livre p 178 à 179	

**Nom :** ..... **Prénom :** ..... **Classe :** .....

**Mon livret « plan de travail et parcours d'exercices ».**  
**A remettre au professeur le jour du DS avec les feuilles d'exercices**

### Les « attendus » du chapitre

Bilan	Mon opinion après avoir réalisé les exercices	Avis du professeur après le DS
<b>A faire après l'AE 3.1 : Thalès, un précurseur</b>		
Interpréter des expériences mettant en jeu l'interaction électrostatique.		
Illustrer l'interaction électrostatique.		
<b>A faire après l'AD 3.2 : Deux interactions fondamentales</b>		
Utiliser la loi de Coulomb.		
Citer les analogies entre la loi de Coulomb et la loi d'interaction gravitationnelle.		
<b>A faire après l'AD 3.3 : Forces et champs et l'AE 3.4 : Fonctionnement d'un écran tactile</b>		
Utiliser les expressions vectorielles : - de la force de gravitation et du champ de gravitation ; - de la force électrostatique et du champ électrostatique		
Caractériser localement une ligne de champ électrostatique ou de champ de gravitation.		
Cartographier un champ électrostatique.		

## Les bons réflexes pour les exercices

Si l'énoncé demande de...

Il est nécessaire de...

Calculer la valeur d'une force ou d'un champ à partir d'une expression vectorielle.

### Réflexe 1

- Rappeler l'expression vectorielle de la force ou du champ.
- En déduire l'expression de la valeur, positive, de la force ou du champ.
- Réaliser le calcul de la valeur en faisant attention aux unités.

Ex. 3, p. 184

Représenter une force ou un champ.

### Réflexe 2

- Réaliser un schéma légendé de la situation faisant apparaître l'objet source du champ.
- Repérer la direction et le sens du champ.
- Tracer au point considéré un vecteur dont la longueur est proportionnelle à la valeur de la force ou du champ.

Ex. 11, p. 185

Tracer des lignes de champ.

### Réflexe 3

- Rappeler que les lignes de champ sont tangentes au champ en chacun de leurs points et orientées dans le même sens que lui.
- Repérer l'objet source du champ et/ou les vecteurs champ déjà tracés.
- Tracer en conséquence quelques lignes de champ.

Ex. 13, p. 185



## Les vidéos du chapitre

	
<b>Rappels : gravitation</b>	<b>Cartographier un champ</b>
<a href="https://youtu.be/iHnxgFX45GU">https://youtu.be/iHnxgFX45GU</a>	<a href="https://youtu.be/Bdqzd7YfTaA">https://youtu.be/Bdqzd7YfTaA</a>

## Le plan de travail

(surligner les étapes réalisées)

**A faire dès la semaine où commence le chapitre en classe**

*Fiche de préparation au chapitre*

*Je visionne la vidéo : « Gravitation », je réalise une fiche de synthèse par vidéo et j'étudie la carte bilan de la fiche.*

*Je fais les exercices de la fiche de préparation et je compare mes résultats à la correction*

## A faire après l'AE 3.1 : Thalès, un précurseur

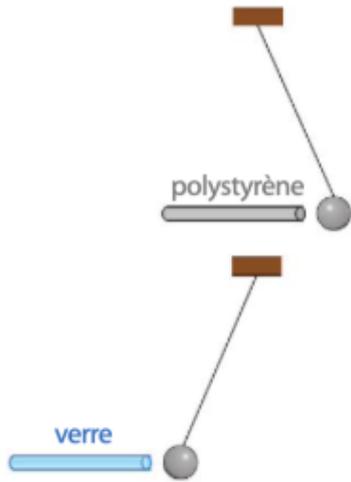
Lire la correction de l'AE 3.1

Compléter le « I » du cours et l'étudier.

**Exercices d'application : 9 p 185**

 **Électriser la matière**  
CORRIGE | Exploiter un schéma.

On électrise par frottements deux tiges, l'une en **verre**, l'autre en **polystyrène**.  
On approche ces tiges d'une sphère métallique chargée négativement et suspendue à un fil :



1. Déterminer la charge de l'extrémité de chaque tige.  
2. Expliquer, en considérant les déplacements de charges opérés, comment chaque tige a été électrisée.

## A faire après l'AD 3.2 : Deux interactions fondamentales

Lire la correction de l'AD 3.2

Compléter le « II » du cours et l'étudier.

**Exercices d'application : 3-4-5-6-7-8-10 p 185-186**

### 3 Exprimer la force de gravitation

Effectuer des calculs.

Jupiter est la plus grosse et la plus massive des planètes du système solaire.

Sa masse est :

$$M_J = 1,90 \times 10^{27} \text{ kg}$$

- Exprimer la force exercée par le Soleil sur Jupiter puis calculer sa valeur.



Utiliser le réflexe 1

Données

- $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ .
- $M_S = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$ .
- $d_{JS} = 7,79 \times 10^8 \text{ km}$ .

### 4 Représenter une force de gravitation

Faire un schéma adapté.

La planète Mars possède une orbite autour du Soleil dont le rayon moyen est  $d = 2,28 \times 10^8 \text{ km}$ . Elle subit de la part du Soleil une force de gravitation dont la valeur est

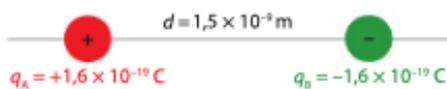
$$F_g = 1,64 \times 10^{21} \text{ N}.$$

- Représenter sur un schéma les centres des deux astres ainsi que la force exercée par Mars sur le Soleil.
- Échelles :  $1 \text{ cm} \leftrightarrow 2,0 \times 10^7 \text{ km}$  ;  
 $1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,50 \times 10^{21} \text{ N}$ .

### 5 Étudier une interaction

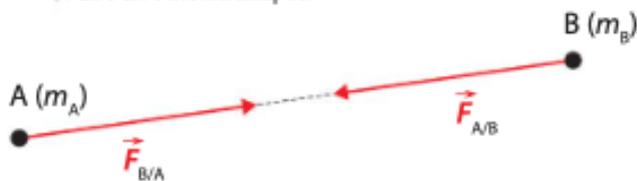
Mobiliser ses connaissances.

Le schéma suivant représente deux particules de charges  $q_A$  et  $q_B$  placées à une distance  $d$  l'une de l'autre.



### 8 Représenter des forces d'interaction

Faire un schéma adapté.



- Représenter, avec la même échelle, les forces d'interaction gravitationnelle entre les corps A et B dans le cas où la distance les séparant est doublée.
- Pour ces deux conditions de distance, proposer des schémas annotés analogues aux précédents dans le cas d'une interaction électrostatique répulsive entre les corps A et B.

- Quelle interaction existe-t-il entre les deux particules représentées sur ce schéma ?

- Calculer la valeur de la force que chaque particule exerce sur l'autre.

Donnée

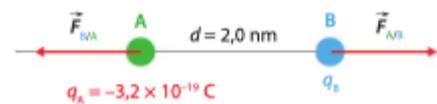
$$k = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

### 6 Calculer une charge

Extraire et organiser l'information.

Les forces d'interaction électrostatique entre les particules schématisées ci-dessous ont pour valeur :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = 4,60 \times 10^{-10} \text{ N}$$



- Quel est le signe de la charge placée en B ?
- Calculer cette charge.

Donnée

$$k = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

### 7 Comparer des interactions

Construire un tableau.

La Lune et la Terre sont en interaction gravitationnelle. Les forces de gravitation modélisant cette interaction valent

$$F_g = 2,0 \times 10^{20} \text{ N}.$$

Dans la fluorine, solide ionique de formule chimique  $\text{CaF}_2$ , les cations calcium et les anions fluorure sont en interaction électrostatique. La force électrostatique modélisant une de ces interactions vaut  $F_e = 8,6 \times 10^{-9} \text{ N}$ .



- Sous forme d'un tableau, présenter les analogies et les différences entre les deux interactions décrites.

### 10 Étudier une migration d'ions

Mobiliser et organiser ses connaissances.

Pour étalonner un conductimètre, on plonge la cellule conductimétrique dans une solution aqueuse contenant des ions potassium  $\text{K}^+$  et chlorure  $\text{Cl}^-$ .

L'appareil applique une tension électrique entre les deux plaques de la cellule qui sont alors chargées, l'une positivement, l'autre négativement.

- Identifier la force responsable de la mise en mouvement des ions entre les plaques.
- a. Quand les cations potassium migrent vers la plaque de droite, quel est le signe de la charge portée par cette plaque ?  
 b. Indiquer comment migrent alors les anions chlorure.



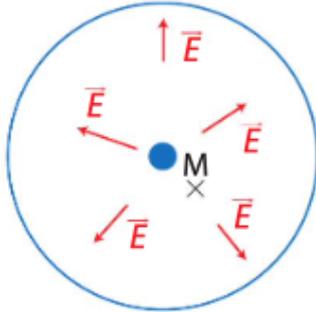
# A faire après l'AD 3.3 : Forces et champs et l'AE 3.4 : Fonctionnement d'un écran tactile

Lire les corrections de l'AD 3.3 et de l'AE 3.4  
Compléter le « III » du cours et l'étudier.

## Exercices d'application : 11-12-13-14-15-16 p 185-186

### 11 Étudier un champ

Interpréter des observations.



Le schéma ci-dessus représente le champ électrostatique en quelques points d'un condensateur cylindrique.

1. Quel est le signe de la charge portée par l'armature centrale de ce condensateur ?
2. Représenter le vecteur champ au point M.

Utiliser le réflexe 2

### 12 Trouver le bon champ

Utiliser un modèle pour expliquer.



1. Identifier le champ représenté sur le schéma ci-dessus.
2. Expliquer pourquoi le vecteur représentant le champ en A est plus long que le vecteur représenté en B.

### 13 Tracer les lignes de champ

Faire un schéma adapté.

- Schématiser quelques-unes des lignes du champ de gravitation terrestre.

Utiliser le réflexe 3

### 14 Orienter les lignes de champ

Mobiliser ses connaissances.

Quelques lignes de champ électrostatique autour de l'extrémité chargée négativement d'une baguette ont été schématisées ci-contre.



1. Définir une ligne de champ.
2. Reproduire le schéma et orienter ces lignes.

### 15 Connaître le champ de gravitation

Effectuer une analyse dimensionnelle.

La Lune est en interaction gravitationnelle avec la Terre. On note  $d$  la distance entre les centres des deux astres.

1. Exprimer la force exercée par la Terre sur la Lune en fonction de sa masse  $M_L$  et du champ de gravitation terrestre  $\vec{g}$ .
2. Dédire de l'expression précédente l'unité de la valeur du champ de gravitation terrestre.
3. Schématiser, sans contrainte d'échelle, la force de gravitation exercée par la Terre sur la Lune et le champ de gravitation terrestre existant au même point.

### 16 Caractériser un champ de gravitation

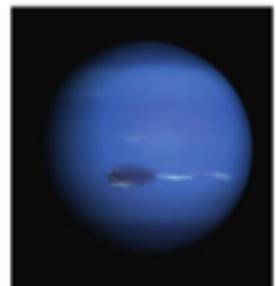
Exploiter une formule.

Neptune est en interaction gravitationnelle avec le Soleil.

- Donner les caractéristiques du champ de gravitation du Soleil  $\vec{g}_s$  au niveau de Neptune.

**Données**

- $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ .
- $M_s = 2,00 \times 10^{30} \text{ kg}$ .
- $d_{SN} = 4,50 \times 10^9 \text{ km}$ .



# A faire après Erreurs et incertitudes. I-Vocabulaire et II- Sources d'erreurs

*Reprendre seul le cours sur « erreurs et incertitudes (I et II) »*

## A faire la semaine et les jours qui précède le devoir surveillé

*Visionner la vidéo de cours « cartographier un champ »  
Reprendre et étudier le cours. Possibilité de lire dans le livre : cours p 178 à 179  
Reproduire une fiche de la partie « essentiel » et la maîtriser*

**Faire les deux exercices résolus sans correction, puis corriger**

### 1 Exercice résolu

#### L'atome d'iode

Extraire l'information ; effectuer des calculs ; interpréter des résultats.

La classification périodique donne les informations ci-contre.

1. Montrer que :

a. la masse du noyau d'un atome d'iode est  $m_1 = 2,11 \times 10^{-25}$  kg ;

b. la charge de ce noyau est  $q_1 = 8,48 \times 10^{-18}$  C.

2. Les électrons périphériques de cet atome se trouvent à une distance moyenne  $d = 140$  pm du centre du noyau.

Un électron possède une masse  $m_e$  et une charge électrique  $q_e = -e$ .

a. Écrire l'expression vectorielle de la force de gravitation s'exerçant entre le noyau et un électron périphérique puis calculer sa valeur.

b. Écrire l'expression vectorielle de la force électrostatique s'exerçant entre le noyau et un électron périphérique puis calculer sa valeur.

3. Quelle est l'interaction prédominante à l'échelle de l'atome ?

Numéro atomique →	53	126,9	← Masse molaire (g·mol <sup>-1</sup> )
Température d'ébullition (°C) →	184		
Température de fusion (°C) →	114		
Masse volumique (g·cm <sup>-3</sup> ) →	4,93	I	← Symbole
	iode		← Nom

#### Données

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

$$k = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

$$e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$1 \text{ pm} = 1 \times 10^{-12} \text{ m}$$

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

#### REMARQUE

Pour cet exercice, on négligera le déplacement de l'électron.

#### Solution rédigée

1.a. La masse molaire est  $M_1 = 126,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  donc la masse d'un atome est

$$\frac{126,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 2,11 \times 10^{-22} \text{ g. En négligeant la masse des électrons par rapport}$$

à celle des nucléons, la masse du noyau de cet atome est :

$$m_1 = 2,11 \times 10^{-22} \text{ g soit } m_1 = 2,11 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

b. Le nombre de protons dans un noyau d'iode est  $Z = 53$ , les neutrons ne sont pas chargés donc la charge du noyau est :

$$q_1 = 53 \times 1,60 \times 10^{-19} \text{ C} = 8,48 \times 10^{-18} \text{ C}$$

2.a. La force gravitationnelle exercée par le noyau sur un électron périphérique

$$\text{est : } \vec{F}_g = -G \times \frac{m_1 \times m_e}{d^2} \vec{u}_{1 \rightarrow e}$$

Sa valeur, positive, est :  $F_g = G \times \frac{m_1 \times m_e}{d^2}$

• On utilise le **Réflexe 1**.

Rappel de l'expression vectorielle

Écriture de la valeur de la force

Calcul de cette valeur en convertissant les picomètres en mètres

• On utilise le Réflexe 1.

Rappel de l'expression vectorielle

Écriture de la valeur de la force

Calcul de cette valeur en convertissant les picomètres en mètres

$$F_g = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \times \frac{2,11 \times 10^{-25} \text{ kg} \times 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}}{(140 \times 10^{-12} \text{ m})^2} = 6,5 \times 10^{-46} \text{ N}$$

b. La force électrostatique exercée par le noyau sur un électron périphérique

est :  $\vec{F}_e = k \times \frac{q_1 \times q_e}{d^2} \vec{u}_{1 \rightarrow e}$

Sa valeur, positive, est :  $F_e = k \times \frac{|q_1| \times |q_e|}{d^2}$

$$F_e = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2} \times \frac{8,48 \times 10^{-18} \text{ C} \times 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}}{(140 \times 10^{-12} \text{ m})^2} = 6,2 \times 10^{-7} \text{ N}$$

3. On compare ces deux valeurs en calculant leur rapport :

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{6,2 \times 10^{-7} \text{ N}}{6,5 \times 10^{-46} \text{ N}} = 9,5 \times 10^{38}$$

La valeur de la force d'interaction électrostatique est environ  $10^{39}$  fois plus grande que celle de la force d'interaction gravitationnelle. C'est donc la force électrostatique qui prédomine à l'échelle de l'atome.

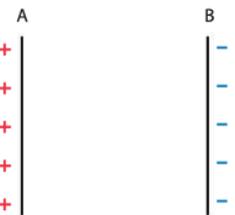
## 2 Exercice résolu

### Champ électrostatique créé par un condensateur plan

| Mobiliser ses connaissances ; faire un schéma adapté ; effectuer des calculs.

Entre les plaques A et B d'un condensateur chargé, il existe un champ électrostatique uniforme, c'est-à-dire un champ dont la direction, le sens et la valeur sont constants en tous points de l'espace entre les plaques. Ce champ  $\vec{E}$  est perpendiculaire aux plaques, il est orienté de la plaque positive vers la plaque négative. Dans la situation étudiée, sa valeur est  $E = 1,0 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$ .

1. Reproduire le schéma du condensateur et représenter le vecteur champ électrostatique en un point situé entre les plaques et à l'échelle 1 cm pour  $5,0 \times 10^3 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$ .
2. Représenter des lignes de champ électrostatique entre les plaques.
3. Calculer la valeur de la force électrostatique qui s'exerce sur un électron ( $q = -1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ ) situé entre les plaques. Dans quel sens cet électron se déplace-t-il sous l'effet de cette force ?



### Solution rédigée

• On utilise le Réflexe 2.

Schéma légendé de l'objet à l'origine du champ (le condensateur)

Repérage de la direction et du sens du champ

Tracé du vecteur  $\vec{E}$  en respectant l'échelle imposée

• On utilise le Réflexe 3.

Rappel de la définition d'une ligne de champ

Repérage du vecteur champ perpendiculaire aux plaques

Tracé de lignes de champ

1. D'après l'énoncé, la direction du champ électrostatique est perpendiculaire aux plaques, son sens est de la plaque positive vers la plaque négative.

Avec l'échelle proposée, on trace un segment fléché de 2,0 cm de long à partir d'un point situé entre les plaques.

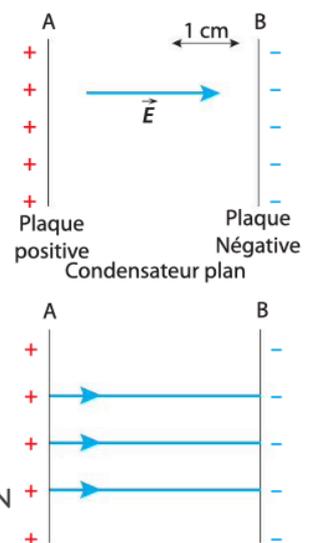
2. Les lignes de champ sont tangentes au champ en chacun de leurs points et orientées dans le même sens que lui.

3. La force électrostatique s'exerçant sur l'électron de charge  $q$  est :  $\vec{F} = q\vec{E}$

Sa valeur, positive, est donc :  $F = |q| \times E$

$$F = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C} \times 1,0 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1} = 1,6 \times 10^{-15} \text{ N}$$

L'électron porte une charge négative donc  $\vec{F}$  et  $\vec{E}$  sont deux vecteurs colinéaires et de sens opposés. L'électron se déplace vers la plaque chargée positivement.



# Répondre au QCM de fin de chapitre

## 1 Des forces dans l'Univers

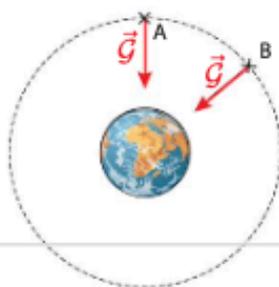
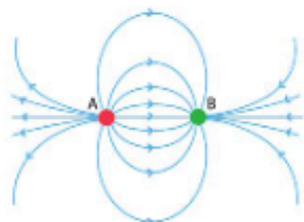
Si erreur, revoir § 1, p. 178.

1. L'interaction électrostatique est attractive lorsque les deux charges en interaction :	sont nulles.	sont de signes opposés.	sont de même signe.
2. Lorsque la distance est multipliée par deux, la valeur de la force électrostatique est :	multipliée par deux.	divisée par deux.	divisée par quatre.
3. L'interaction gravitationnelle est :	toujours attractive.	toujours répulsive.	peut être attractive ou répulsive.
4. La force électrostatique et la force de gravitation sont :	toujours attractives.	dirigées selon une droite passant par les centres des deux corps en interaction.	proportionnelles.

## 2 La notion de champ en physique

Si erreur, revoir § 2, p. 179.

5. Les lignes de champ :	sont tangentes en tous points au vecteur champ.	ne sont pas orientées.	sont toujours orientées dans le sens du champ.
6. D'après les lignes de champ électrostatique représentées ci-dessous, la charge électrique du corps B est :	positive.	négative.	nulle.
7. Au point A et au point B, le champ de gravitation représenté dans le schéma ci-dessous :	est le même.	a la même valeur.	possède les mêmes caractéristiques.
8. Au point M, où se situe un corps de charge $q$ , le champ électrostatique dû à un corps de charge $Q$ :	dépend de la distance entre les deux corps chargés.	dépend de la charge $q$ .	dépend de la charge $Q$ .



## Faire les exercices suivants de fin de chapitre

### Exercice 1 : n°17 p 186 : Champ de pesanteur en haut de l'Everest.

L'Everest est la plus haute montagne du monde avec une altitude  $h = 8\,848$  m. Son sommet se situe à une distance  $d = 6,382 \times 10^6$  m du centre de la Terre.

1. Exprimer la valeur de la force de gravitation subie, au sommet de l'Everest, par un alpiniste de masse  $m$  en fonction de  $G$ ,  $d$ ,  $m$  et  $M_T$  la masse de la Terre.
2. Exprimer la valeur du poids de l'alpiniste en fonction de l'intensité de la pesanteur au sommet de l'Everest  $g_E$ .
3. En assimilant le poids à la force de gravitation, déterminer l'expression de la valeur du champ de pesanteur en haut de l'Everest.
4. Calculer cette valeur puis la comparer à celle de ce champ au niveau de la mer  $g_T$ .

#### Données

- $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{kg}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ .
- $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$ .
- $g_T = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ .
- $m = 80 \text{ kg}$ .

### Exercice 2 : Modéliser le sel

Le chlorure de sodium, composé solide ionique couramment utilisé comme sel de cuisine, cristallise selon une organisation très régulière.

Dans le modèle du cristal de chlorure de sodium NaCl, le plus proche ion sodium  $\text{Na}^+$  d'un ion chlorure  $\text{Cl}^-$  est à la distance  $d = 282$  pm.

1. Exprimer puis calculer les normes  $F_{\text{Na}^+/\text{Cl}^-}$  et  $F_{\text{Cl}^-/\text{Na}^+}$  des forces électrostatiques exercées entre un ion  $\text{Na}^+$  et un ion  $\text{Cl}^-$ .

2. Représenter ces forces à l'aide de vecteurs en précisant leurs caractéristiques et en utilisant l'échelle :  $1,0 \text{ cm} \leftrightarrow 1,4 \times 10^{-9} \text{ N}$ .

Données :

- charge électrique élémentaire :  $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$  ;
- constante de Coulomb :  $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ .

### Exercice 3 : Comparer des champs de gravitation

La Lune n'a pas d'atmosphère, son champ de gravitation étant trop faible pour piéger les gaz. En effet, la masse de la Lune est 81 fois plus faible que la masse de la Terre et son rayon est 3,7 fois plus faible que le rayon de la Terre.

1. Exprimer puis calculer la norme  $\|\mathcal{G}_T\|$  du champ de gravitation créé par la Terre à sa surface.

2. Exprimer puis calculer la norme  $\|\mathcal{G}_L\|$  du champ de gravitation créé par la Lune à sa surface.

3. Comparer ces deux valeurs.

Données :

- Terre : masse  $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$ , rayon :  $R_T = 6,38 \times 10^3 \text{ km}$  ;
- constante de gravitation :  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ .

## Faire le DS de l'année N-1

*Se mettre en situation durant 1h et faire le DS type de l'année N-1 si disponible en ligne.  
Comparer sa copie avec la correction.*

## Préparer la pochette de révisions

*Elle doit contenir le livret « Parcours d'exercices et l'ensemble des exercices faits dans le chapitre, les fiches de révisions réalisées.*

**Après mes révisions, je me sens dans l'état d'esprit suivant pour aborder le devoir surveillé :**

