



## Chapitre 11 : Comment sont reliées les notions d'interactions, de forces et de champs ?

### I. L'interaction électrostatique.

#### 1) Charge électrique

#### 2) L'interaction électrostatique / influence électrostatique.

– Interpréter des expériences mettant en jeu l'interaction électrostatique.

1. L'électrisation par frottement est expliquée comme :	un transfert de protons d'un objet à l'autre.	un transfert d'électrons d'un objet à l'autre.	une transformation des électrons sous l'effet de la chaleur du frottement.
2. Lorsqu'on électrise par contact un objet conducteur, la charge électrique se répartit :	dans l'ensemble du volume de l'objet.	obligatoirement de manière uniforme à la surface de l'objet.	à la surface de l'objet, de manière plus concentrée sur les pointes de l'objet.
3. Lorsqu'on approche un objet chargé d'une substance dipolaire :	la substance s'éloigne de l'objet.	les molécules s'orientent dans un sens particulier.	il ne se passe rien.

#### Doc. 1 Table triboélectrique

+	Fourrure de lapin Verre Cheveux Nylon Laine Aluminium Papier Acier Ambre Cuivre Or Polystyrène PVC	Cette table permet de déterminer le matériau qui cède et celui qui reçoit les électrons lors d'une électrisation par frottement entre eux.
-		

#### 14 Frottement et contact

✓ RAI/ANA : Utiliser des observations pour répondre à une problématique

On frotte un morceau de cuivre avec un morceau de laine. Ensuite on met en contact le morceau de cuivre avec une bille en aluminium.

1. À l'aide de la table triboélectrique (**Doc. 1**, p. 220), identifier la charge portée par le morceau de cuivre.
2. Représenter les répartitions des charges portées par le cuivre et par la bille d'aluminium.

#### 3) Loi de Coulomb.

– Utiliser la loi de Coulomb.

#### 8 Loi de Coulomb

- Calculer l'intensité de la force électrostatique d'un électron sur un autre électron situé à 1,0 mm de lui.

page 225

## Thème 2 : Interactions et mouvements.

### Données

• $k = 8,99 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$ ;	• $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ ;
• $m_{\text{proton}} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ;	• $m_{\text{électron}} = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .

### 27 Atome d'hélium, $F_e$ et $F_g$

✓MATH : Vecteur

Un atome d'hélium 4 est noté  ${}^4_2\text{He}$ .

1. Donner la composition de cet atome.

Un atome d'hélium possède un rayon approximatif de  $r = 31 \text{ pm}$ .

2. En considérant le noyau comme ponctuel, calculer l'intensité de la force électrostatique exercée par un proton du noyau sur un des électrons du cortège électronique.

page 228

### 4) Analogie entre la loi de Coulomb et l'interaction gravitationnelle.

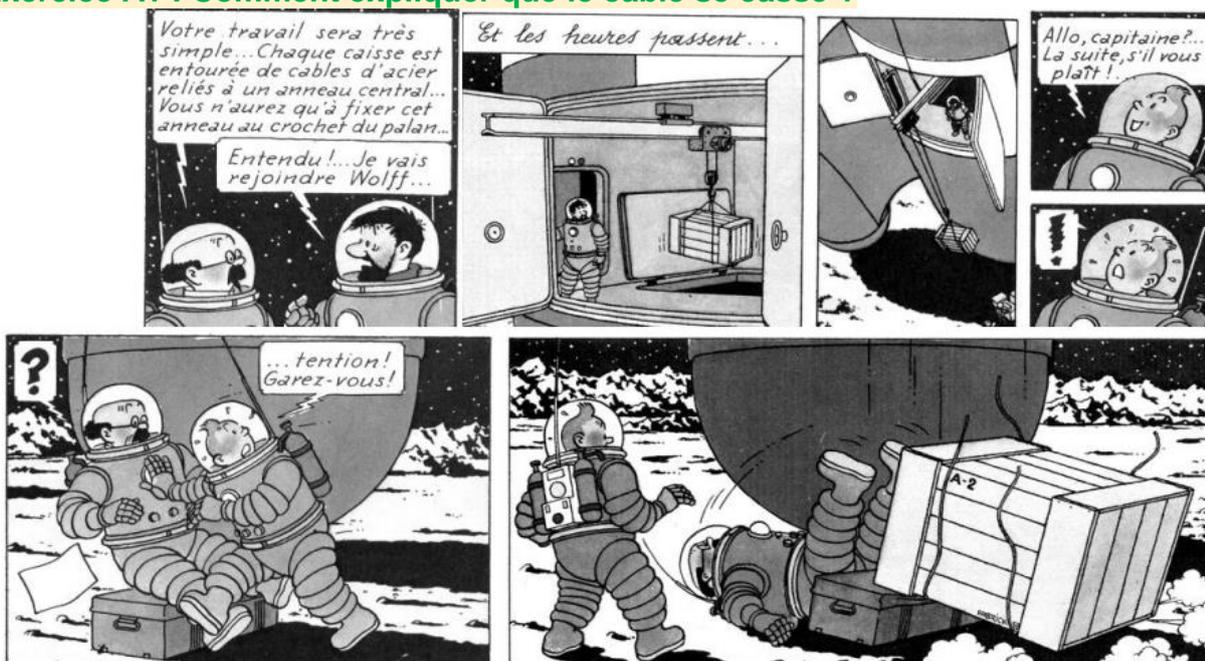
– Citer les analogies entre la loi de Coulomb et la loi d'interaction gravitationnelle.

1. Les forces gravitationnelle et électrostatique sont proportionnelles :	à la distance séparant les objets.	au carré de la distance séparant les objets.	à l'inverse du carré de la distance séparant les objets.
2. La force électrostatique est donnée par la relation :	$\vec{F}_e(A/B) = k \cdot \frac{q_A \cdot q_B}{d^2} \vec{e}_r$ .	$\vec{F}_e(A/B) = k \cdot \frac{q_A \cdot q_B}{d} \vec{e}_r$ .	$\vec{F}_e(A/B) = \frac{q_A \cdot q_B}{k \cdot d} \vec{e}_r$ .
3. L'unité de la valeur de la force de la loi de Coulomb est :	le coulomb (C).	le newton (N).	le newton par coulomb (N/C).

### 9 Force gravitationnelle

• Calculer l'intensité de la force gravitationnelle d'un électron sur un autre électron situé à  $1,0 \mu\text{m}$  de lui.

### Exercice A1 : Comment expliquer que le câble se casse ?



- masse de la Terre:  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
- rayon de la Terre:  $R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$

- masse de la Lune :  $M_L = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
- rayon de la Lune :  $R_L = 1,73 \cdot 10^6 \text{ m}$

Le câble utilisé est capable de supporter une force de 6000N.

## II. Force et champ.

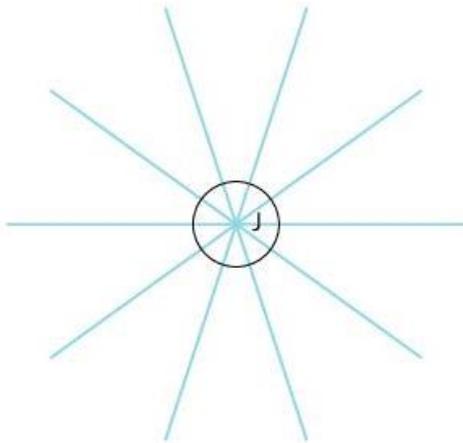
### 1) Le champ en physique.

### 2) Force de gravitation et champ de gravitation.

– Utiliser les expressions vectorielles de la force de gravitation et du champ de gravitation ;

#### Exercice B1 : ligne de champ de gravitation.

Les lignes de champ de Jupiter sont représentées sur le schéma sans que leur sens soient indiqués.



1. Reproduire la figure puis donner un sens à chaque ligne de champ.
2. Placer un point M sur une des lignes de champ et tracer le vecteur champ de gravitation  $\vec{g}(M)$ .
3. Un satellite en orbite autour de Jupiter passe en ce point M. Tracer le vecteur force qui modélise l'action de Jupiter sur le satellite.

#### 21 Champ gravitationnel du Soleil

✓ MATH : Utiliser le modèle vecteur

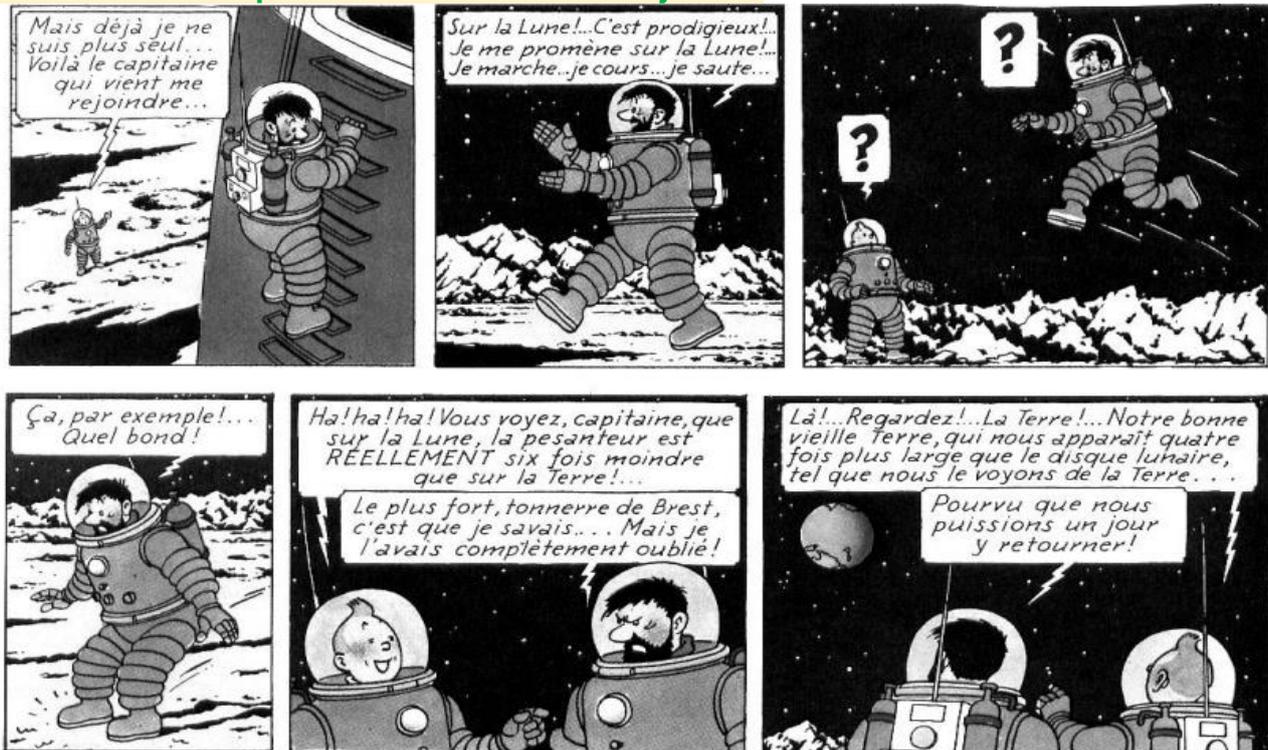
1. Représenter les lignes du champ gravitationnel du Soleil, puis le vecteur  $\vec{g}_{\text{Soleil}}$  sur la Terre.
2. Donner l'expression de  $g_{\text{Soleil}}$ .
3. Calculer  $g_{\text{Soleil}}$  subi par la Terre, puis par Jupiter.
4. Comparer ces deux valeurs.

#### Données

• $m_{\text{Terre}} = 5,974 \times 10^{24} \text{ kg} ;$	• $d_{\text{Soleil/Terre}} = 1,496 \times 10^8 \text{ km} ;$
• $m_{\text{Soleil}} = 1,989 \times 10^{30} \text{ kg} ;$	• $d_{\text{Soleil/Jupiter}} = 778,6 \times 10^6 \text{ km}.$

## Thème 2 : Interactions et mouvements.

### Exercice B2 : L'explication de Tintin est-elle juste ?



Document 1 : les données.

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• masse de la Terre: <math>M_T = 5,98 \cdot 10^{24}</math> kg</li><li>• rayon de la Terre: <math>R_T = 6,37 \cdot 10^6</math> m</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• masse de la Lune : <math>M_L = 7,35 \cdot 10^{22}</math> kg</li><li>• rayon de la Lune : <math>R_L = 1,73 \cdot 10^6</math> m</li></ul> |
|---|---|

### 3) Force électrostatique et champ électrostatique.

- Utiliser les expressions vectorielles de la force électrostatique et du champ électrostatique.
- Caractériser localement une ligne de champ électrostatique ou de champ de gravitation.
- Illustrer l'interaction électrostatique.
- Cartographier un champ électrostatique.

#### 10 Champ électrostatique

- Calculer l'intensité du champ électrostatique créé par un électron à 1,0 mm de lui.

#### 11 Champ gravitationnel

- Calculer l'intensité du champ gravitationnel créé par un électron à 1,0  $\mu\text{m}$  de lui.

#### 12 De $E$ à $F_e$

- Calculer la force électrostatique subie par un électron dans un champ électrostatique de  $3,0 \times 10^{-15} \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$ .

## Thème 2 : Interactions et mouvements.

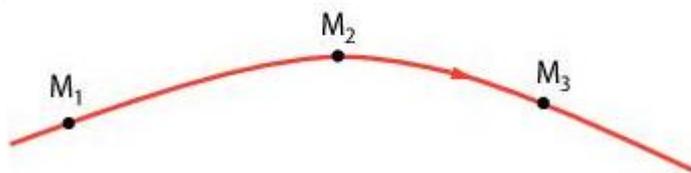
### Exercice B4 : Vecteur champ E.

Un objet possède une charge électrique  $q = +9,6 \times 10^{-18} \text{ C}$ , l'objet est suffisamment petit pour être considéré comme ponctuel.

1. Donner la relation vectorielle du champ électrostatique  $\vec{E}$  en un point M de l'espace éloigné d'une distance  $d = 2 \text{ cm}$  de la charge.
2. Calculer la valeur du vecteur  $\vec{E}$ .
3. Représenter la charge, le point M et le vecteur  $\vec{E}$  sur un schéma en prenant pour échelle  $1 \text{ cm}$  pour  $1,0 \times 10^{-4} \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ .

### Exercice B5 : Ligne de champ.

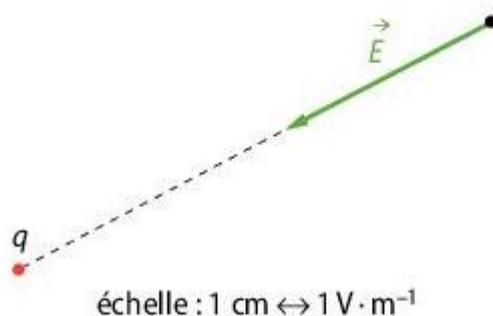
La représentation ci-dessous donne l'allure d'une ligne de champ.



1. Reproduire la ligne de champ sur une feuille.
2. La valeur des champs aux différents points est :  $E(M_1) = 100 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$  ;  $E(M_2) = 200 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$  et  $E(M_3) = 300 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ . Tracer les vecteurs champ électrostatique en  $M_1$ ,  $M_2$  et  $M_3$  en respectant l'échelle :  $1 \text{ cm} \leftrightarrow 100 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ .

### Exercice B6: Du champ à la charge.

Le champ électrostatique  $\vec{E}$  engendré par une charge  $q$  placée à une distance  $d$  (à l'échelle) est représenté ci-dessous.



1. Quel est le signe la charge électrique ?
2. Mesurer la distance qui sépare la charge et l'origine du vecteur.
3. Donner la valeur du vecteur  $\vec{E}$  en mesurant sa longueur.
4. En déduire la valeur de la charge électrique.

## 28 Un ion cuivre $\text{Cu}^{2+}$

✓ MATH : Calcul littéral

1. Donner la composition du noyau et du nuage électronique d'un ion cuivre  $\text{Cu}^{2+}$ .
2. Calculer la charge électrique portée par cet ion.
3. Représenter les lignes du champ électrostatique créé par cet ion, modélisé par un point.
4. Calculer l'intensité du champ électrostatique que cet ion engendre à 1,0 cm de lui.
5. Calculer l'intensité du champ gravitationnel que cet ion engendre à 1,0 cm.



### Données

- $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$  ;
- $m_{\text{nucléon}} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ;
- ${}_{29}^{63}\text{Cu}$  ;
- $m_{\text{électron}} = 9,11 \times 10^{-27} \text{ kg}$ .

page 228

## 30 Cartographie d'un champ électrostatique

✓ MATH : Vecteur

Soit un objet portant une charge électrique égale à +45 C.

1. À l'aide du déplacement d'une charge d'essai  $q_e = 1 \text{ C}$  à des endroits pertinents, cartographier le champ électrostatique créé par l'objet précédent dans un périmètre de 10 m. Représenter les lignes de champ.

## Thème 2 : Interactions et mouvements.

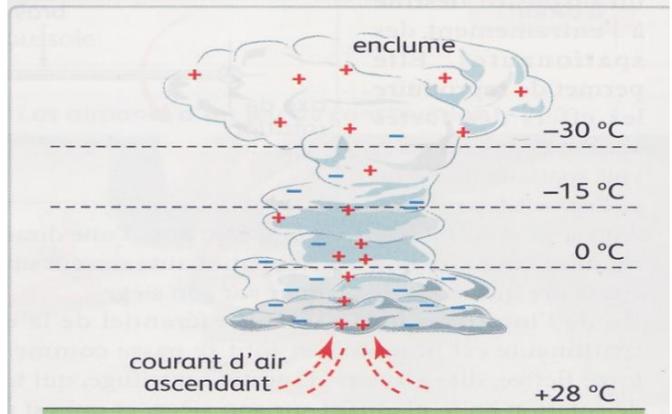
### Exercice B7 : Problématique 1

À l'aide des documents proposés, estimer l'ordre de grandeur de la tension électrique entre le nuage d'orage et la surface de la Terre lorsque la foudre est tombée à proximité de la centrale du Tricastin le jour où a été prise la photographie du document 1.

La foudre est un phénomène naturel de décharge électrostatique qui se produit lorsque des charges électriques s'accumulent entre des nuages d'orage, ou entre un nuage d'orage et la terre.

La tension électrique entre les deux points peut atteindre 100 millions de volts. La protection des sites sensibles, comme les centrales nucléaires, contre les dommages de type électrique créés par la foudre repose sur la détection de la valeur du champ électrostatique local. Pour cela, différents types de capteurs de champ électrostatique sont utilisés.

### Doc.2 Structure d'un nuage d'orage



Dans des conditions de beau temps, il existe un champ électrique dont l'amplitude est voisine de  $150\text{ V/m}$ . Au moment de la formation ou de l'approche du nuage orageux, la valeur du champ électrique croît dans de fortes proportions. Lorsque celle-ci atteint  $10\text{ à }15\text{ kV/m}$  au sol, cela annonce l'arrivée probable de la foudre.

### Doc.1 Coup de foudre au voisinage de la centrale nucléaire du Tricastin



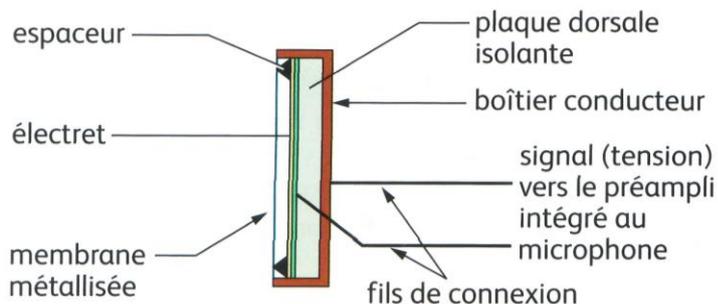
Les parties les plus visibles de cette centrale nucléaire sont les tours aéroréfrigérantes.

Leur hauteur est de l'ordre de  $150\text{ m}$ .

## Thème 2 : Interactions et mouvements.

### Exercice B8 : microphone à électret.

Les microphones à électret sont très largement utilisés dans le domaine des applications audio grand public, en raison de leur coût modéré et de leur faible encombrement. Ils sont en particulier utilisés dans les téléphones portables. Les microphones électrostatiques à électret tirent parti d'une propriété de certains matériaux de conserver une charge électrostatique permanente. Un matériau de cette sorte constitue une armature de condensateur, la membrane du microphone constituant l'autre armature. L'espace entre les deux armatures est très petit (de l'ordre d'une dizaine de micromètres).



**a.** Déterminer l'ordre de grandeur du champ électrostatique entre l'électret et la membrane, qui constituent les armatures du condensateur, en supposant que la tension entre celles-ci soit de l'ordre de  $U = 1 \text{ V}$ .

**b.** Lorsqu'une onde sonore arrive sur la membrane, elle la déforme. Il en résulte une variation de tension aux bornes du condensateur de l'ordre de  $U' = 10 \text{ mV}$ .

Estimer l'ordre de grandeur de la déformation de la membrane du microphone à électret.