

### 3. Notion de champ

#### 3.1. Définition

En physique, un champ est une propriété de l'espace.

En un point M de l'espace il peut exister un champ de pesanteur, un champ magnétique, un champ électrostatique. Mais aussi un champ de pression, de température...

Tant que ce point de l'espace est vide, l'existence de ces champs est sans effet. Mais si on y place un objet test sensible au champ, les effets du champ vont apparaître.

Par exemple, en un point de l'espace où règne un champ de gravitation, un objet test (= objet qui possède une masse) subira une force de gravitation.

En point de l'espace où règne un champ électrostatique, un objet test (= objet possédant une charge électrique) subira une force électrostatique.

On classe les champs en deux catégories :

- Les champs vectoriels caractérisés par un vecteur, c'est-à-dire, une direction, un sens et une valeur (champ de gravitation, champ électrostatique, champ magnétique)
- Les champs scalaires caractérisés par une valeur uniquement (température, pression) .

Voir la vidéo des bons profs : <https://youtu.be/SS3xvNZYoSY>



#### 3.2. Le champ gravitationnel ou champ de gravitation.

##### Présentation :

Un corps massif A de masse  $m_A$  crée autour de lui un champ de gravitation noté  $\vec{G}$  (en lettre cursive pour éviter la confusion avec la constante gravitationnelle G)

Par exemple le Soleil crée autour de lui un champ gravitationnel.

La Terre crée également autour d'elle un champ gravitationnel.

$\vec{G}$  est un champ vectoriel car l'objet test subira une force gravitationnelle, grandeur vectorielle.

La force qui apparaît en un point M éloigné de A, est proportionnelle au champ gravitationnel qui existe en ce point M, et à la masse test  $m_B$  qu'on y place.

$$\vec{F}_G = m_B \times \vec{G}$$

La force a la même direction et même sens que le champ gravitationnel existant en ce point. Et sa valeur est  $F_G = m_B \times G$ .

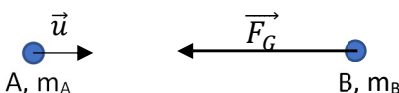
##### Expression du champ gravitationnel :

Rappel : Force de gravitation créée par A et subie par le système {B}

La force  $\vec{F}_G$  est une force attractive.

Elle est toujours opposée au vecteur unitaire  $\vec{u}$  lui-même conventionnellement orienté de A vers B (signe – dans l'expression).

$$\vec{F}_G = - G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2} \vec{u}$$



Avec  $\vec{F}_G$  force de gravitation subie par B

$m_A$  : masse du corps A en kg

$m_B$  : masse du corps B en kg

d : distance entre les centres de A et de B en m

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

$\vec{u}$  vecteur unitaire orienté de A vers B quand on étudie B

### Expression du champ de gravitation $\vec{G}$ :

Le champ de gravitation  $\vec{G}$  qui existe au point M est  $\vec{G} = \frac{\vec{F}_G}{m_B}$

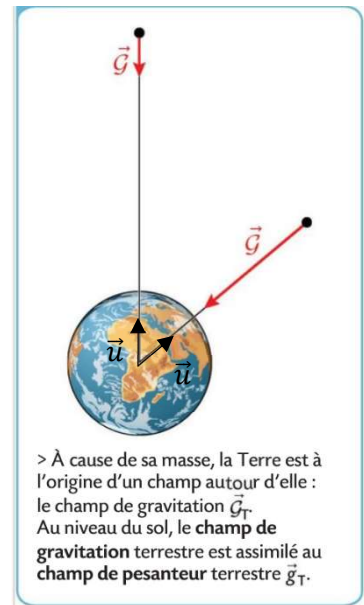
$$\text{Or, } \vec{F}_G = -G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2} \vec{u}$$

$$\text{Soit : } \boxed{\vec{G} = -G \times \frac{m_A}{d^2} \vec{u}}$$

Le champ de gravitation en un point M dépend de la masse  $m_A$  du corps qui crée le champ, et de la distance  $d$  entre le corps A et le point M étudié. Plus on est proche de l'astre créant le champ gravitationnel, plus ce champ est intense.

Le champ gravitationnel existant en un point ne dépend pas de la masse test qu'on va placer en ce point.

La valeur numérique du champ de gravitation est  $G = G \times \frac{m_A}{d^2}$  unité  $N.kg^{-1}$



Compléter avec la vidéo de votre manuel (première partie jusqu'à 2min12) page 180 ou lien direct (chap 10 : [https://lycee.hachette-education.com/pc/1re/#C10\\_VID\\_Cartographier\\_un\\_champmp4](https://lycee.hachette-education.com/pc/1re/#C10_VID_Cartographier_un_champmp4))

**Applications : Ex 12 et 16 p 185**

### 3.3. Le champ de pesanteur $\vec{g}$

#### Présentation :

Le champ de pesanteur  $\vec{g}$  est un champ de gravitation mais dans le cas particulier de la proximité de la surface d'une planète.

En ce point proche de la surface de la planète, si on place un objet test B de masse  $m_B$ , la force de gravitation qui apparaît se nomme le poids et s'exprime  $\vec{P} = m_B \times \vec{g}$

Le poids est une force verticale.

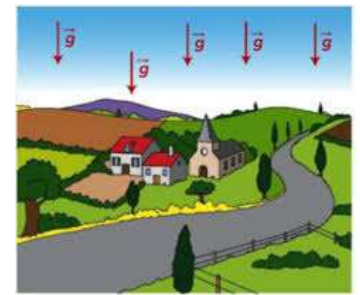
$\vec{g}$  est vertical et considéré comme constant pour une zone peu étendue.

#### Expression du champ de pesanteur $\vec{g}$

On s'appuie sur l'expression du champ gravitationnel mais pour une position proche de la surface d'une planète. On a alors  $d$  qui peut être assimilé au rayon de la planète

Le champ de pesanteur crée par une planète à sa surface est .  $\vec{g} = -G \times \frac{m_{planète}}{R_{planète}^2} \vec{u}$

Sa valeur vaut  $g = G \times \frac{m_{planète}}{R_{planète}^2}$  dans le cas de la Terre, le calcul donne  $g = 9,8 N.kg^{-1}$



**Applications : Ex 17 p 186**

### 3.4. Le champ électrostatique.

De même qu'il y a des nombreuses similitudes entre force gravitationnelle et force électrostatique, il y a également de nombreuses similitudes entre champ gravitationnel et champ électrostatique.

#### Présentation :

Lorsqu'un objet A de charge  $q_A$  est placé en un point de l'espace, il crée autour de lui un champ électrostatique noté  $\vec{E}$ . C'est aussi un champ vectoriel.

En effet, un second objet B de charge  $q_B$  placé en un point M différent subira une force électrostatique dite force de Coulomb  $\vec{F}_E$  de la part de A.

La force électrostatique qui apparaît en B est  $\vec{F}_E = q_B \times \vec{E}$

La force électrostatique est proportionnelle au champ électrostatique régnant en un point et à la charge qu'on y place.

#### Expression du champ électrostatique :

##### Rappel : force électrostatique

$$\vec{F}_E = k \times \frac{q_A \times q_B}{d^2} \vec{u}$$

Avec  $\vec{F}_E$  force électrostatique subie par B  
 $q_A$  : charge du corps A en C  
 $q_B$  : charge du corps B en C  
 $d$  : distance entre les centres de A et de B en m  
 $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$   
 $\vec{u}$  vecteur unitaire orienté de A vers B

Suivant le signe du produit  $q_A \times q_B$

- La force sera opposée à  $\vec{u}$  (attractive) si  $q_A$  et  $q_B$  sont de signes différents ( $q_A \times q_B < 0$ )
- ou dans le sens de  $\vec{u}$  (répulsive) si  $q_A$  et  $q_B$  sont de même signe ( $q_A \times q_B > 0$ )

Expression du champ électrostatique  $\vec{E}$  existant au point M :  $\vec{E} = \frac{\vec{F}_E}{q_B}$

$$\text{Or, } \vec{F}_E = k \times \frac{q_A \times q_B}{d^2} \vec{u}$$

$$\boxed{\vec{E} = k \times \frac{q_A}{d^2} \vec{u}}$$

Suivant le signe de la charge  $q_A$  qui crée le champ électrostatique, ce champ sera dans le même sens que  $\vec{u}$  (si  $q_A$  positive) ou opposé à  $\vec{u}$  (si  $q_A$  négative)

La valeur du champ électrostatique est  $E = k \times \frac{|q_A|}{d^2}$ , son unité est  $\text{N.C}^{-1}$ . (équivalent au  $\text{V.m}^{-1}$ )

Le champ électrostatique régnant en un point dépend de la valeur et du signe de la charge électrique qui le fait apparaître et de la distance séparant la charge qui crée le champ et le point étudié. Mais, le champ ne dépend pas de la valeur de la charge de l'objet test placé au point étudié.


Visionner la fin de la vidéo du livre page 180 Ou lien direct chap 10 : : <https://lycee.hachette-education.com/pc/1re/#C10> VID Cartographier un champmp4

#### Application :

Déterminer les caractéristiques et tracer le vecteur champ électrostatique  $\vec{E}$  qui existe au point M situé à 10 cm du point A (charge  $q_A = 20 \mu\text{C}$ ) .

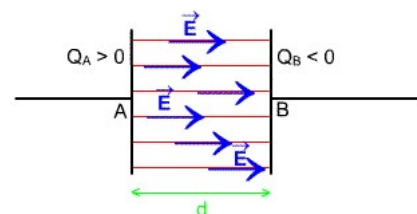
Échelle du vecteur champ : 1cm pour  $10^7 \text{ N.C}^{-1}$

M  
X

  
Charge  $q_A = + 20 \mu\text{C}$

## Remarque : un objet particulier : le condensateur

Un condensateur est un composant électrique constitué par deux plaques métalliques parallèles, séparées par du vide et portant deux charges électriques opposées.



Entre ces deux armatures, il règne un champ électrostatique  $\vec{E}$ . Ce champ est uniforme orienté de la plaque + vers la plaque - .

Toute particule chargée placée entre ces plaques subira une force électrostatique, identique quelle que soit sa position entre les plaques.

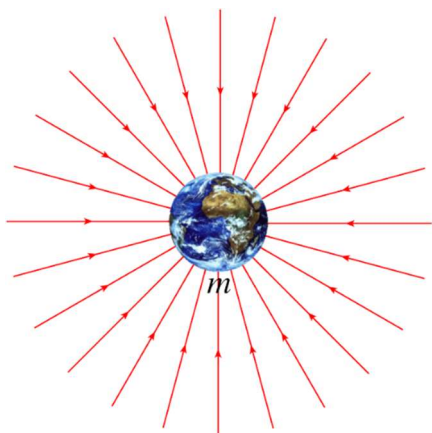
### Application : Exercice 20 p 187

#### 3.5. Les lignes de champ

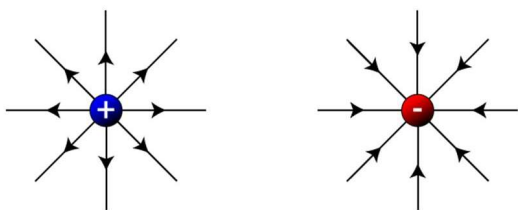
Pour visualiser le champ créé par un objet, on peut tracer des lignes de champ.

Chaque ligne de champ est une courbe orientée tangente en chacun de ses points au vecteur champ étudié.

#### Exemples :



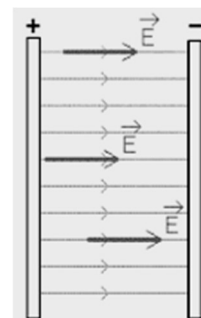
Lignes de champ gravitationnel autour de la Terre.



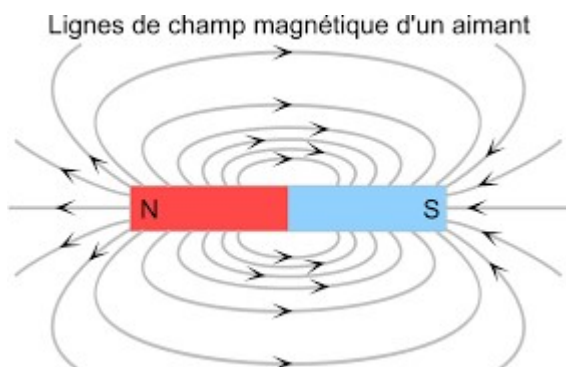
Lignes de champ électrostatiques d'une charge ponctuelle

positive ou négative

Lignes de champ électrostatique dans un condensateur plan (deux armatures parallèles de charges opposées)



Dans une zone où règne un champ uniforme, les lignes de champ sont parallèles entre elles.



Lignes de champ magnétique d'un aimant

En un point proche d'un aimant, un objet test en fer ou un autre aimant, subit une force magnétique.