

CHAMPS ET FORCES

Lec 2 | MIT 8.02 Electricity and Magnetism, Spring 2002

<http://youtu.be/OsWDUqJQcpk>

<http://meteociel.fr/>

Définitions

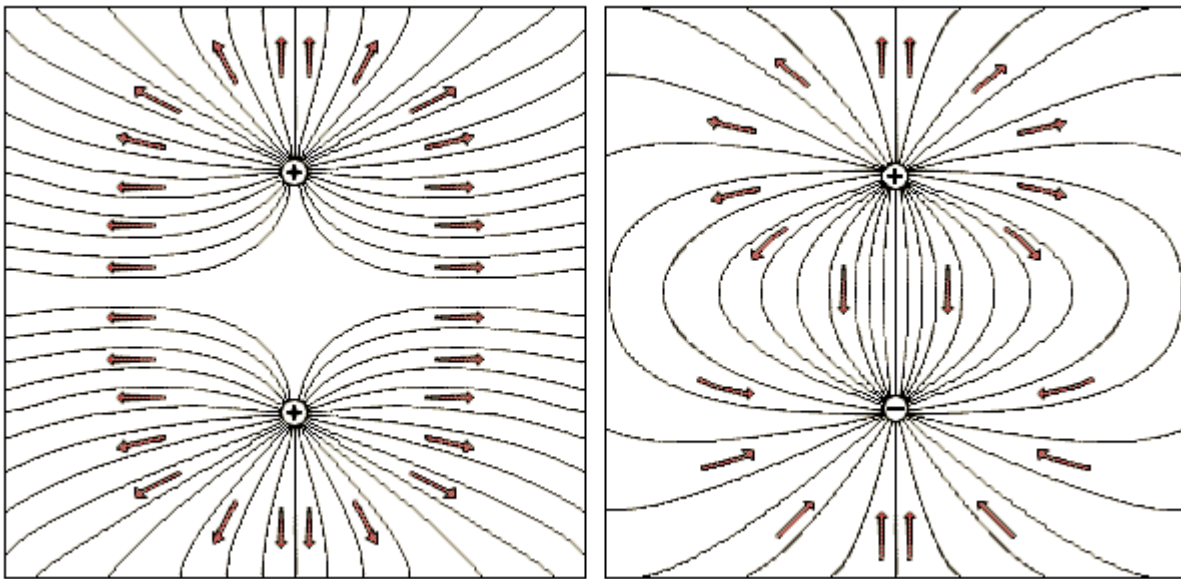
Caractéristiques

Exemples de champs

Champ électrostatique : le condensateur plan

Champ gravitationnel : le champ de pesanteur terrestre

Champ magnétique : le champ magnétique terrestre



I. Définitions

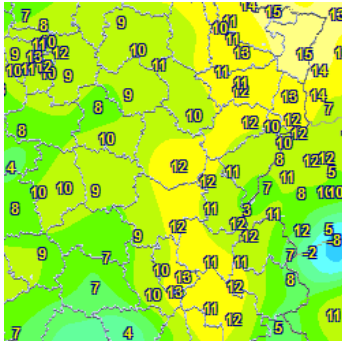
1. Champ

On appelle **champ** une grandeur associée à chaque point de l'espace qui permet de décrire les propriétés de la matière ou interpréter les phénomènes qui s'y produisent.

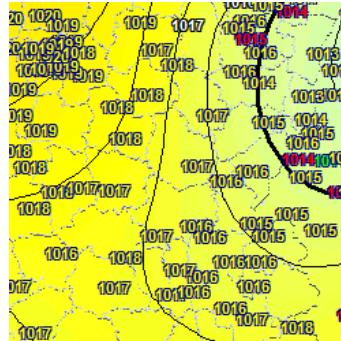
2. Champ scalaire

On appelle **champ scalaire** la représentation d'un ensemble de valeurs prises par une grandeur en différents points de l'espace. Chaque valeur dépend de la position du point.

Exemples de champs scalaires :



Cartographie des températures en France
(02/04/2012)



Cartographie de la pression et des
courbes isobares en France (02/04/2012)

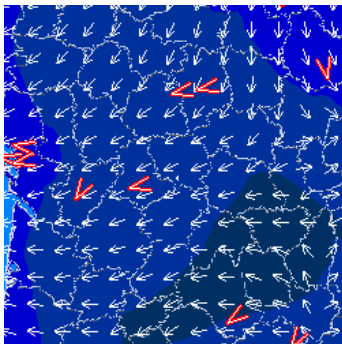


Cartographie des courbes de niveaux
autour du Tai Mo Shan

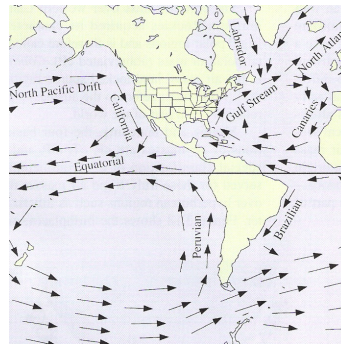
3. Champ vectoriel

On appelle **champ vectoriel** la représentation d'un ensemble de vecteurs représentant une grandeur en différents points de l'espace. Chaque vecteur dépend de la position du point.

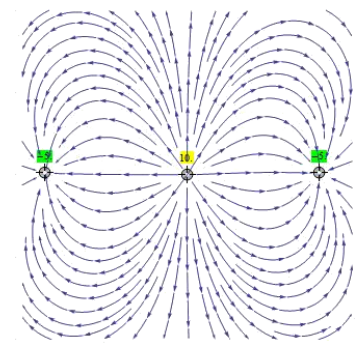
Exemples de champs vectoriels :



Cartographie des vitesses du vent en
France (02/04/2012)



Cartographie des courants marins



Cartographie du champ électrostatique
créé par trois charges

4. Champ uniforme

Un champ est **uniforme** si la grandeur physique qui le définit a les mêmes caractéristiques en tout point de l'espace.

- ◆ si le champ est scalaire, la grandeur qui le caractérise a la même valeur en tout point de l'espace.
- ◆ si le champ est vectoriel, le vecteur qui le caractérise est le même en tout point de l'espace (même direction, même sens et même norme).

5. Lignes de champ

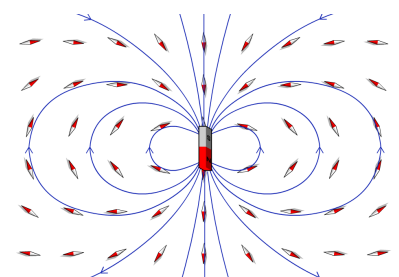
On appelle **lignes de champ** les courbes tangentes au vecteur champ en chacun de leurs points. Elles sont orientées dans le sens du vecteur champ.

II. Le champ magnétique

1. Champ magnétique créé par un aimant

Le champ magnétique d'un aimant est représenté ici par les lignes de champ. Chaque ligne se referme sur elle-même. L'intensité du champ magnétique diminue quand on s'en éloigne de l'aimant.

Les lignes de champ sortent par la face nord et rentrent par la face sud. Le vecteur champ magnétique en un point est tangent à la ligne de champ en ce point et à le même sens que le champ. Sa valeur s'exprime en tesla (T) et se mesure à l'aide d'un Teslamètre.



2. Le champ magnétique terrestre

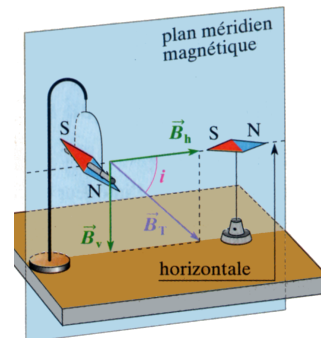
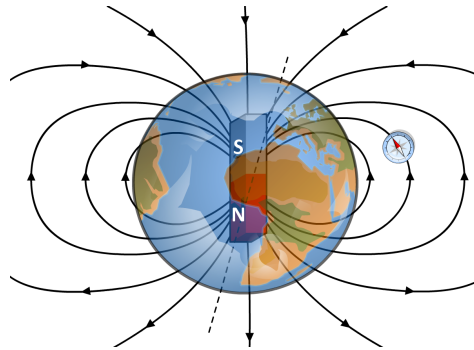
Au voisinage de la Terre, on nomme «pôle nord» l'extrémité de l'aiguille qui indique toujours le nord géographique.

Par convention, le sens de \vec{B} est celui qu'indique le pôle nord de l'aiguille aimantée.

Le champ magnétique terrestre existe, en permanence et en tout point, autour de la Terre.

Il est **uniforme** dans une région limitée de l'espace.

Une aiguille aimantée libre dans les trois dimensions indique la direction et le sens du vecteur champ magnétique terrestre B_T . Ce champ peut être décomposé en une composante horizontale B_h et une composante verticale B_v .



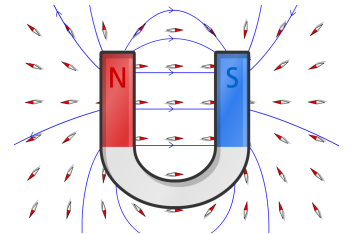
En France, L'inclinaison $i = (\vec{B}_h, \vec{B}_T)$ est d'environ 60° , $B_h = 2.10^{-5} \text{ T}$ et $B_T = 4.10^{-5} \text{ T}$.

La boussole ordinaire, conçue pour n'être sensible qu'à la composante horizontale du champ magnétique terrestre, ne permet pas de déterminer l'inclinaison.

Le champ magnétique terrestre se superpose toujours aux champs créés par les autres sources (aimants, courants, ...) devant lesquels il est souvent négligeable.

3. Cas particulier : champ magnétique crée par un aimant en U

Le champ magnétique \vec{B} à l'intérieur d'un aimant en U est **uniforme**. Les lignes de champs sont parallèles entre elles et vont du pôle nord au pôle sud de l'aimant.



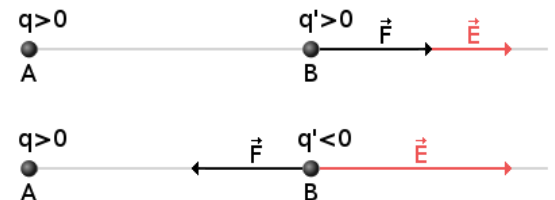
III. Le champ électrostatique

1. Champ électrostatique crée par des charges

Une charge q placée en A crée en son voisinage un champ électrostatique représenté par le vecteur \vec{E} .

On représente le champ électrostatique en un point B de l'espace par un vecteur champ électrostatique \vec{E} dont les caractéristiques sont :

- ♦ origine : le point B
- ♦ direction : droite passant par A et B
- ♦ sens : s'éloigne de A si $q>0$ et vers A si $q<0$ (répulsif ou attractif)
- ♦ valeur : E en N.C^{-1}



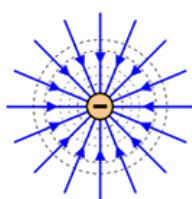
Le champ électrostatique est donc un champ vectoriel.

Le vecteur champ électrostatique \vec{E} en un point est tangent à la ligne de champ qui passe par ce point.

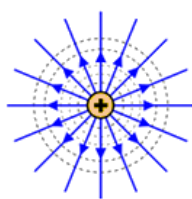
Soit une charge q' , placée en B, dans le champ électrostatique \vec{E} créé par la charge q . Cette charge q' est alors soumise à une force \vec{F} telle que :

$$\vec{F} = q' \cdot \vec{E}$$

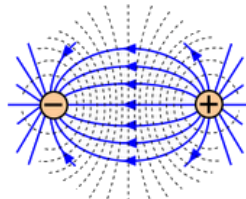
Exemples de champs électrostatiques \vec{E} :



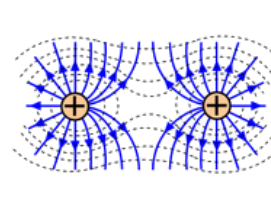
Ligne de champ électrostatique créée par une charge négative



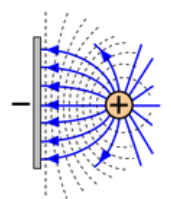
Lignes de champ électrostatique créée par une charge positive



Lignes de champ électrostatique créée par une charge négative et une charge positive



Lignes de champ électrostatique créée par deux charges positives

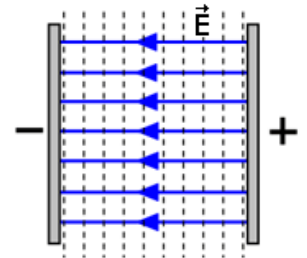


Lignes de champ électrostatique créée par une charge positive et une plaque négative

2. Cas particulier : champ électrostatique dans un condensateur plan

Le champ électrostatique \vec{E} à l'intérieur d'un condensateur plan est uniforme et a pour caractéristiques :

- ♦ direction : orthogonale aux plaques
- ♦ sens : orienté de la plaque chargée positivement vers la plaque chargée négativement
- ♦ valeur : $E = U / d$ avec E le champ électrostatique (en $V.m^{-1}$), U la tension existant entre les plaques (en V) et d la distance séparant les plaques (en m)



Champ électrostatique à l'intérieur d'un condensateur plan

Remarque : les unités $V.m^{-1}$ et $N.C^{-1}$ sont équivalentes.

IV. Le champ gravitationnel

1. Champ gravitationnel créé par une masse

Une masse M placée en A crée en son voisinage un champ gravitationnel représenté par le vecteur \vec{g} .

On représente le champ de gravitation en un point B de l'espace par un vecteur champ de gravitation \vec{g} dont les caractéristiques sont :

- ♦ origine : le point B
- ♦ direction : la droite par A et B
- ♦ sens : vers A (attractif)
- ♦ valeur : g en $N.kg^{-1}$



Le champ de gravitation est donc un champ vectoriel.

Le vecteur champ gravitationnel \vec{g} en un point est tangent à la ligne de champ qui passe par ce point.

Soit un objet de masse m , placé en B, dans le champ électrostatique \vec{g} créé par la masse M . Cet objet de masse m est alors soumis à une force \vec{F} telle que :

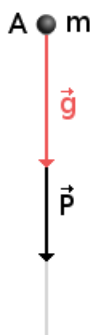
$$\vec{F} = m.\vec{g}$$

2. Champ de pesanteur

La Terre crée, en son voisinage, un champ pesantier représenté par le vecteur \vec{g} .

On représente le champ de pesanteur en un point A de l'espace par un vecteur champ de pesanteur \vec{g} dont les caractéristiques sont :

- ♦ point d'application : centre d'inertie de l'objet
- ♦ direction : verticale
- ♦ sens : vers le bas.
- ♦ valeur : g en $N.kg^{-1}$



Le champ de pesanteur est donc un champ vectoriel.

À proximité de la Terre, tout objet de masse m subit le champ de pesanteur. Il est alors soumis à une force \vec{P} telle que :

$$\vec{P} = m.\vec{g}$$

Remarque : les lignes de champ associées au champ de pesanteur sont des droites orientées vers la Terre qui passent approximativement par le centre de la Terre.

Pour une région de petite dimension par rapport au diamètre de la Terre, le champ de pesanteur peut être considéré comme **uniforme** (les lignes de champ sont alors des droites parallèles).

3. Champ de pesanteur et champ de gravitation

En première approximation, le champ de pesanteur terrestre peut être considéré comme identique au champ de gravitation créé par la Terre :

$$\vec{g} = \vec{g}$$

Si l'on souhaite davantage de précision pour le champ de pesanteur, il faut prendre en compte :

- ♦ la rotation de la Terre sur elle-même
- ♦ les attractions gravitationnelles exercées par la Lune et par le Soleil

Activité

Représenter les lignes de champ magnétique des aimant ci-dessous :



Deux charges électriques q_A et q_B exercent l'une sur l'autre des forces d'interaction électrostatique, dont la valeur est proportionnelle à chacune des charges et inversement proportionnelle au carré de la distance d qui les sépare.
Écrire le loi de Coulomb et en déduire la relation qui permet de calculer la valeur champ électrostatique en un point.

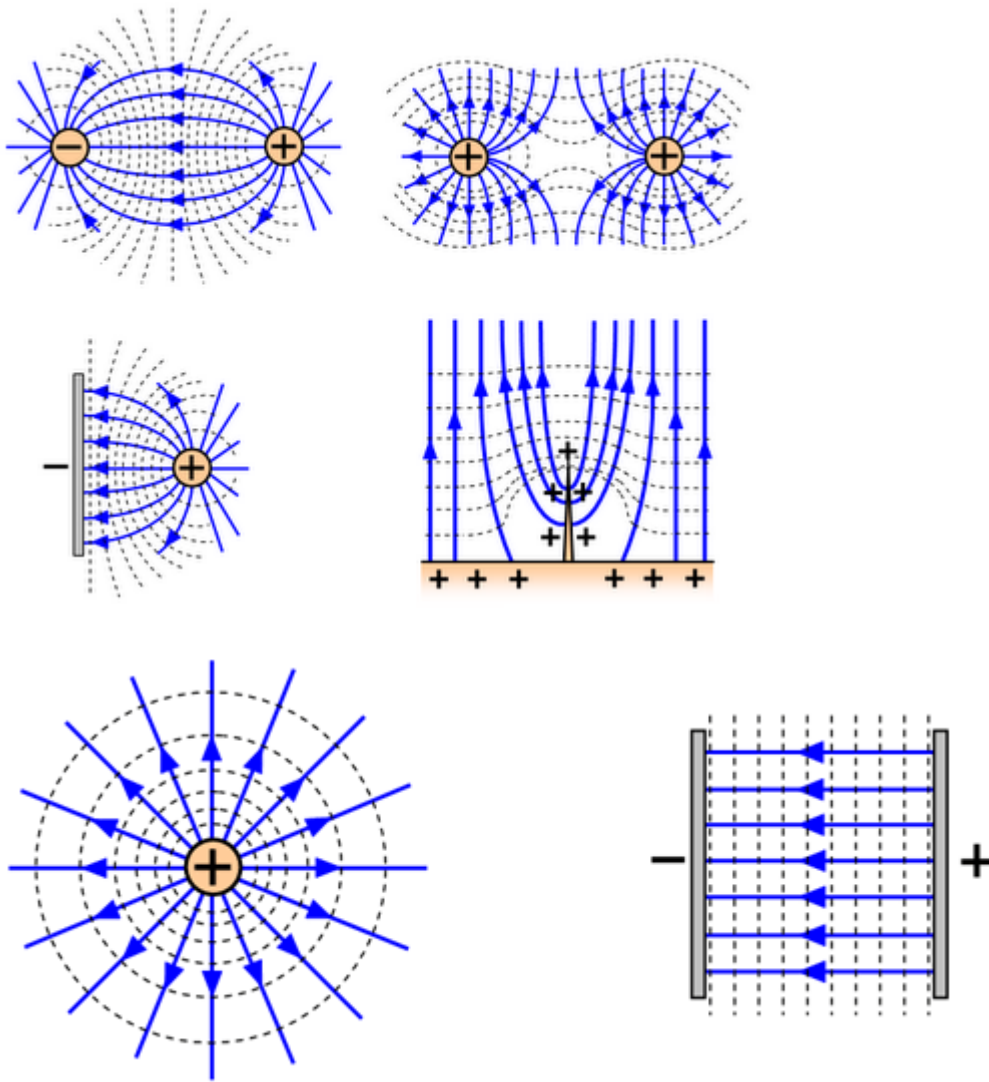
[illegible]

Deux objets A et B de masses m_A et m_B exercent l'une sur l'autre des forces d'interaction gravitationnelle attractives, dont la valeur est proportionnelle à chacune des masses et inversement proportionnelle au carré de la distance d qui les sépare.

[illegible]

Activité

-
- This image shows a full page of a document template designed for handwritten notes or essays. It features approximately 30 evenly spaced, thin grey horizontal lines across the entire width of the page. The lines are uniform in thickness and color, providing a guide for writing without being distracting. There are no margins, headers, footers, or other markings present on the page.



V.

VI.I- Notion de champ.

VII. 1)- Définition.

VIII. 2)- Champ scalaire et champ vectoriel.

IX. 3)- Champ uniforme.

X.II- Champ magnétique.

XI. 1)- Détection et effets d'un champ magnétique.

XII. 2)- Le vecteur champ magnétique \vec{B}

XIII. 3)- Le champ magnétique terrestre.

XIV. 4)- Champ magnétique uniforme : L'aimant en \mathbf{U} et le solénoïde.

XV. III- Champ électrique.

XVI. 1)- Détection d'un champ électrique.

XVII. 2)- Le vecteur champ électrique \vec{E}

XVIII. 3)- Champ électrique et lignes de champ.

XIX. 4)- Champ électrique uniforme : le condensateur plan.

XX. IV- Champs de pesanteur et de gravitation.

XXI. 1)- Champ de pesanteur.

- XXII.** 2)- Champ de gravitation.
- XXIII.** 3)- Champ de gravitation et de pesanteur.
- XXIV.** V- Applications.
- XXV.**
- XXVI.**