



**Objectifs :**

- ✓ Décrire le champ associé à des propriétés physiques qui se manifestent en un point de l'espace.
- ✓ Comprendre comment la notion de champ a émergé historiquement d'observations expérimentales.
- ✓ Connaître les caractéristiques :
  - des lignes de champ vectoriel ;
  - d'un champ uniforme ;
  - du champ magnétique terrestre ;
  - du champ électrostatique dans un condensateur plan ;
  - du champ de pesanteur local.
- ✓ Identifier localement le champ de pesanteur au champ de gravitation, en première approximation

**I) Le champ, une nouvelle notion**

Suite, entre autres, aux travaux de l'Italien GALILÉE (1564-1642) et de l'Anglais Newton (1643-1727), la mécanique constitue à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle un ensemble théorique bien élaboré. Au XIX<sup>e</sup> siècle, des tentatives pour unifier la physique sont mises en œuvre. Le concept de force utilisé en mécanique est alors appliqué à l'étude des phénomènes électrostatiques et magnétiques. La notion de force est progressivement remplacée par la notion de champ.



Leonhard EULER (1707-1783).

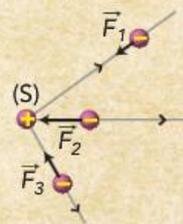
Le concept de champ avait déjà germé dans l'esprit du Suisse EULER au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle. Dans ses travaux d'hydrodynamique, il attribue une vitesse en chaque point d'un fluide en mouvement et définit ainsi un champ vectoriel de vitesse.

Au XIX<sup>e</sup> siècle, l'Anglais FARADAY applique le concept de champ à la force électrostatique étudiée par le Français COULOMB (**chapitre 9**). Une charge électrique appelée charge-source S, de valeur  $q_s$ , est placée en un point fixe. La force électrostatique subie par une charge-test dépend de sa position.



Michael FARADAY (1791-1867).

Comme l'avait fait EULER avec le vecteur vitesse d'écoulement, FARADAY dresse une carte des vecteurs forces en tout point autour de S. Il définit les lignes de champ de forces comme des lignes continues, en tout point tangentes aux vecteurs forces.



Lignes de champ électrostatique.

L'inconvénient reste que ce champ de force dépend de la valeur  $q$  de la charge-test choisie. Pour éviter cela, le champ électrostatique  $\vec{E}$  est ensuite défini comme le rapport du vecteur force par la charge-test,  $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ . Ce champ ne dépend plus que de la charge-source et du point de l'espace considéré. Il permet de décrire les effets de la charge-source sur l'espace qui l'entoure. La notion de champ magnétique, noté  $\vec{B}$ , apparaît ensuite. Elle permet de mieux distinguer les phénomènes électriques des phénomènes magnétiques.



James Clerk MAXWELL (1831-1879).

Dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, l'Écossais MAXWELL développe la théorie de l'électromagnétisme en se basant sur ces notions de champ.

On considère qu'une particule chargée  $q$  se trouve dans un champ électrique créé par une charge  $q_s$ .

- 1) Donner l'expression de la force électrostatique créée par la charge ponctuelle  $q_s$  sur la charge  $q$ .
- 2) Exprimer la valeur du champ électrique  $\vec{E}$  sachant que  $\vec{F} = q \times \vec{E}$
- 3) Le champ dépend-il de la particule qui s'y trouve ?
- 4) Expliquer en une phrase l'intérêt de la notion de champ par rapport à la notion de force et comment cette notion a émergé de constatations expérimentales.

## II) Différents champs

Magnétique

Electrique

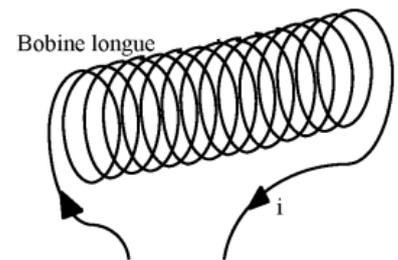
Gravitation



- 1) Représenter les lignes de champ dans les trois situations ci-dessus.
- 2) Proposer une méthode pour déterminer leur orientation.

## III) Champ uniforme

Dans le cas d'une bobine puis dans le cas du champ de pesanteur, expliquer dans quelle condition ces champs peuvent être considérés comme uniforme.



## IV) Champ électrique

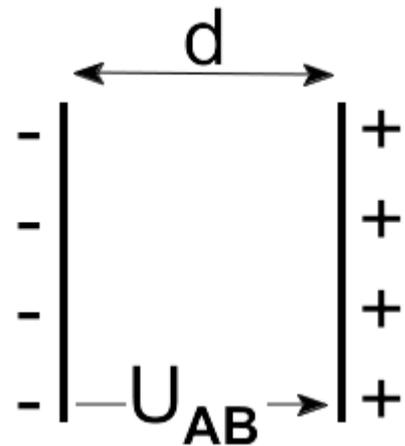
Le champ électrique peut être créé par une particule chargée, mais aussi par une tension appliquée entre deux armatures conductrices. On parle de condensateur.

Dans le cas du condensateur plan le champ est uniforme et a pour valeur :

$$E = \frac{U}{d}$$

On considère un condensateur plan dont la distance entre les deux armatures vaut 20cm et la tension entre les armatures  $U_{AB}=10V$ .

- 1) Quelle est l'unité du champ électrique d'après la formule proposée ?
- 2) Représenter le champ électrique en un point. On prendra pour échelle 1cm représente  $20 \text{ V.m}^{-1}$ .
- 3) Quelle est l'unité du champ électrique d'après la loi de Coulomb ?
- 4) En déduire les deux unités équivalentes pour un champ électrique.



## V) Champ de gravitation et champ de pesanteur

- 1) Calculer la valeur du champ de gravitation à la surface de la Terre ( $R_T=6400\text{km}$ ).
- 2) A quelle altitude ce champ est-il 5% plus faible ?
- 3) Conclure sur le caractère uniforme du champ de gravitation à la surface de la Terre.
- 4) A partir de vos connaissances, proposer une différenciation entre champ gravitationnel et de pesanteur.

**Donnée :**  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ usi}$

## VI) Equigravité

- 1) Quel astre déforme le plus les lignes de champ gravitationnel de l'autre ?
- 2) A quelles conditions les deux champs gravitationnels s'annulent-ils ?
- 3) Identifier la ligne de champ sur laquelle se trouve le point d'équigravité ?
- 4) Déterminer la position de ce point.

**Données :**  
 $M_{\text{Terre}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$   
 $M_{\text{Lune}} = 7,40 \cdot 10^{22} \text{ kg}$   
 $d_{\text{Terre-Lune}} = 380 \cdot 10^3 \text{ km}$

