

Champs et forces

Quelles sont les origines des champs qui nous entourent ?

1) Qu'est-ce qu'un champ en physique ?

→ activité : Exploitation de cartes météo

Un champ est une grandeur physique associée à chaque point de l'espace considéré.

Les cartes météorologiques fournissent de nombreuses informations comme la température, la pression ... Ces grandeurs physiques changent d'un lieu à un autre : les points ayant la même valeur font partie d'un même champ.

Tous point de l'espace définie par un nombre fait partie d'un champ scalaire.

Tous point de l'espace définie par un vecteur fait partie d'un champ vectorel.

2) Comment caractériser un champ ?

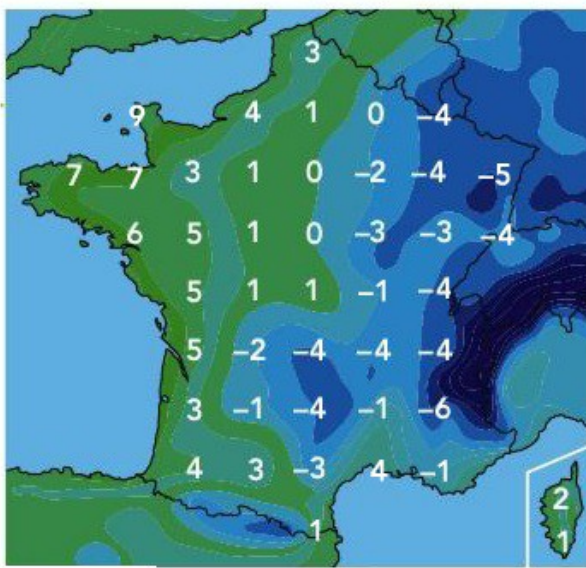
1) Cartographier un champ

Cartographier un champ consiste à déterminer les caractéristiques de ce champ en plusieurs points de l'espace et à en donner une représentation.

2) Ligne de champ vectoriel

Un champ vectoriel (comme un champ de vitesse du vent ou le champ magnétique d'un aimant) est représenté par des vecteurs.

Une ligne de champ vectoriel est une ligne tangente en chacun de ses points au vecteur champ. Elle est orientée par une flèche dans le même sens que celui du champ.



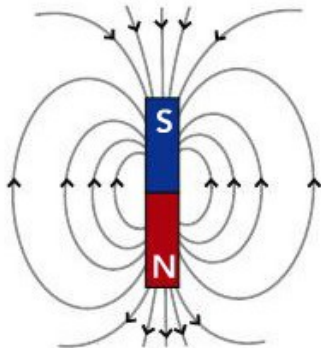
Carte des températures (en °C).
Sur cette carte, la température en un lieu donné est repérée par sa valeur et par une nuance de couleur.



Carte de la vitesse des vents (en km/h). Sur certaines cartes, la valeur de la vitesse du vent est proportionnelle à la longueur de la flèche; sur d'autres, elle est indiquée à côté de la flèche.

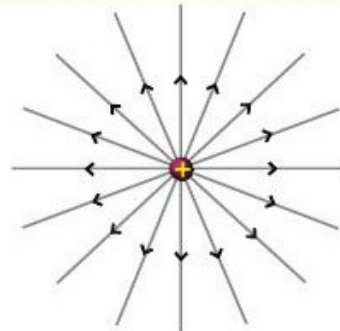
→ Un aimant crée un **champ magnétique**.

Les lignes de champ magnétique sont orientées du pôle Nord vers le pôle Sud à l'extérieur de l'aimant.



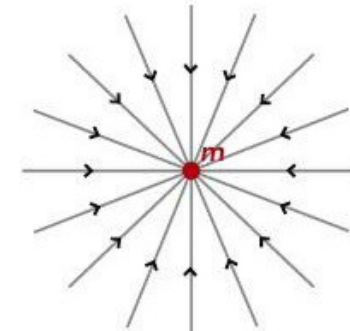
→ Une charge électrique crée un **champ électrostatique**.

Les lignes de champ électrostatique sont orientées en fonction de la charge-source : si elle est positive, les lignes partent de la source; sinon, elles se dirigent vers la source.



→ Une masse crée un **champ de gravitation**.

Les lignes de champ de gravitation sont toujours orientées du point considéré vers la masse source.

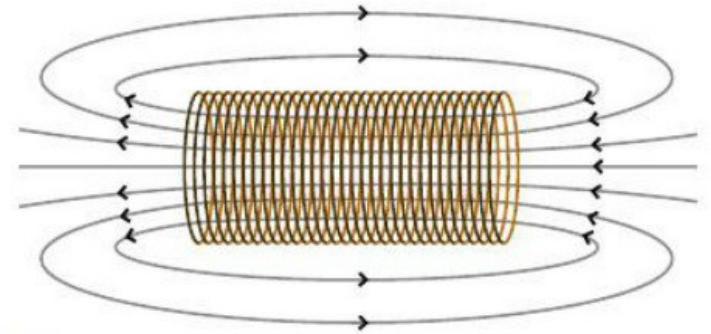


3) Champ uniforme

→ T.P. : « Champ magnétique »

Un champ uniforme est un champ dont les caractéristiques (direction, sens et valeur) ne dépendent pas du point de l'espace considéré.

A l'intérieur d'un solénoïde (schéma ci-contre) parcouru par un courant électrique continu, la valeur du champ magnétique est constante en tout point. Ce champ magnétique a aussi même direction et même sens en tout point donc il est uniforme. Les lignes de champ d'un champ uniforme sont parallèles.



3) Quelles sont les caractéristiques de quelques champs vectoriels ?

1) Champ magnétique terrestre

La Terre produit un champ magnétique pouvant être modélisé par le champ créé par un aimant droit placé à l'intérieur du globe.

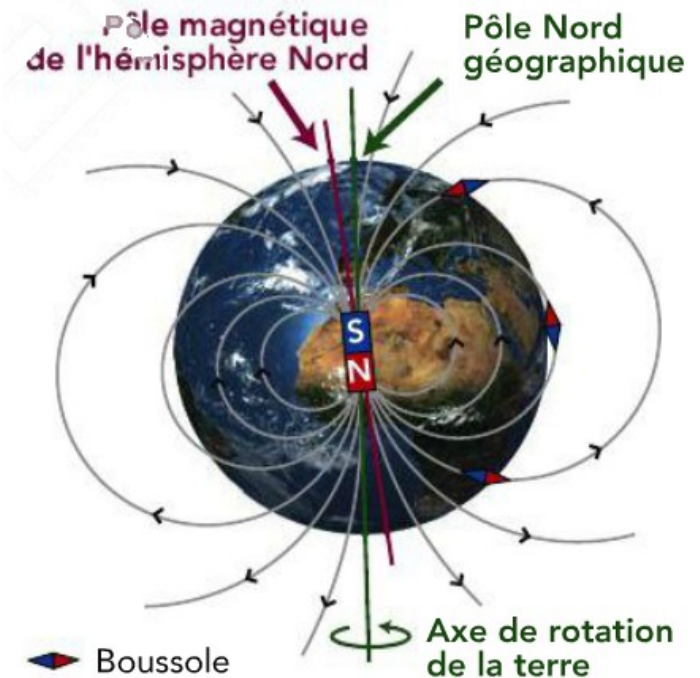
Il se mesure en tesla (T) avec un teslamètre.

L'orientation des lignes du champ magnétique terrestre dépend de la position où l'on se trouve à la surface de la Terre.

Actuellement, le pôle magnétique de l'hémisphère Nord, au sens géographique, et un pôle magnétique Sud. Inversement, celui de l'hémisphère Sud, au sens géographique, et un pôle magnétique Nord. Par abus de langage, les géographes nomment « pôle Nord magnétique » le pôle magnétique de l'hémisphère Nord.

Les boussole s'orientent le long des lignes de champ magnétique terrestre. Le pôle Nord de leur aiguille aimantée est attiré par le pôle terrestre magnétique Sud.

L'étude des roches de la croûte terrestre montre que l'orientation du champ magnétique terrestre varie en permanence et qui s'est inversé plusieurs fois au cours des temps.



Aimant fictif modélisant les propriétés magnétiques de la Terre et lignes de champ magnétique terrestre.

2) Champ électrostatique créé par un condensateur plan

- Un **condensateur plan** est constitué de deux armatures conductrices planes, parallèles et face à face. Lorsqu'une tension continue est appliquée entre ces armatures, le condensateur crée un **champ électrostatique**, noté \vec{E} . En tout point de l'espace situé entre ces armatures (sauf à proximité des extrémités), les lignes de champ sont parallèles (**doc. 7**).

Le champ électrostatique \vec{E} créé par un condensateur plan est uniforme entre ses armatures. Les lignes de champ sont orientées de l'armature positive vers l'armature négative.

- La valeur du champ électrostatique créé par un condensateur plan dépend de la valeur absolue de la tension U (en volt) entre les armatures et de la distance d (en mètre) qui les sépare :

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

Le champ électrostatique s'exprime donc en $V \cdot m^{-1}$.

Une particule de charge q placée dans une région où règne un champ électrostatique E est soumise à une force F , tel que $\mathbf{E} = \mathbf{F} / q$ avec F en N, q en C et E en V/m ou N/C.

3) Champ de gravitation et champ de pesanteur.

► Le poids \vec{P} d'un objet de masse m peut être assimilé à la force d'attraction gravitationnelle \vec{F} exercée par la Terre sur cet objet : $\vec{P} = \vec{F}$.

► On définit alors le champ de gravitation $\vec{\mathcal{G}}$ par :

$$\vec{\mathcal{G}} = \frac{\vec{F}}{m} \quad (1)$$

Sa valeur est $\mathcal{G} = \frac{G \cdot m_T}{R_T^2}$.

► De même, le vecteur champ de pesanteur \vec{g} est défini par :

$$\vec{g} = \frac{\vec{P}}{m} \quad (2)$$

Sa valeur est $g = \frac{P}{m}$ avec P exprimé en newton (N), m en kilogramme (kg) et g en $\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

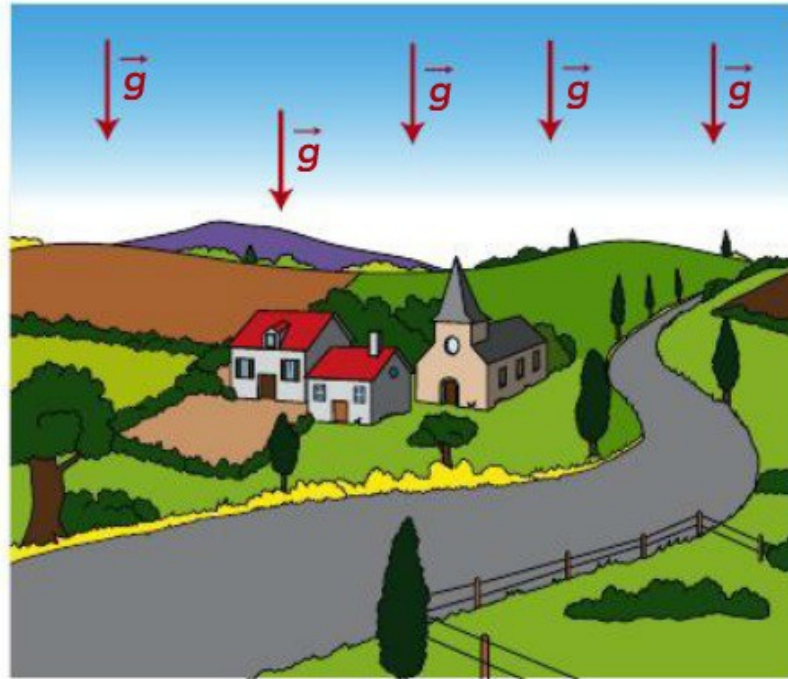
L'intensité moyenne de la pesanteur à la surface de la Terre est $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

► En assimilant \vec{P} à \vec{F} , les expressions (1) et (2) conduisent à $\vec{g} = \vec{\mathcal{G}}$.

► Dans un domaine restreint au voisinage de la Terre, on peut considérer que le champ de pesanteur a la même direction (verticale), le même sens (vers le bas) et la même valeur en tout point. On parle de **champ de pesanteur local**

Conclusion :

- * Le champ de pesanteur local g est uniforme. Il est vertical, orienté vers le bas et sa valeur est g .
- * Le champ de pesanteur s'identifie au champ de gravitation si on néglige l'effet de la rotation de la Terre autour de l'axe des pôles.



Le champ de pesanteur local.

- Sa valeur diminue d'environ 0,3 % si on s'élève de 10 km.
- Sa direction varie d'environ 1° entre deux points distants de 100 km.